ND
1510
.S32x
vol.1

HAROLD B. LEE LIBRARY
BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY
PROVO, UTAH

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/diefarbenweltein01scha

Fig. 3.

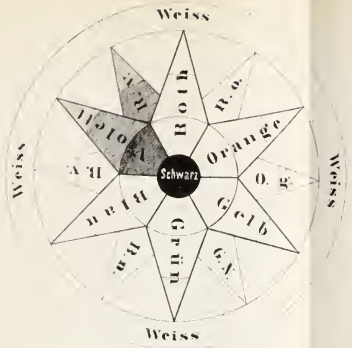


Fig. 1

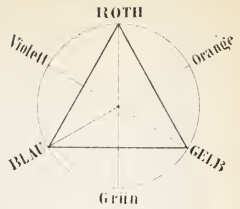


Fig. 10.

Fig. 11.

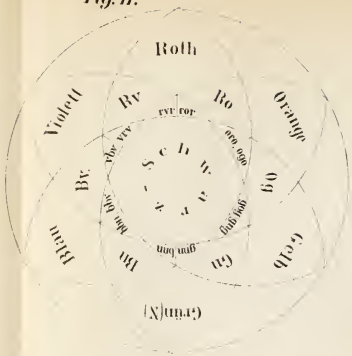


Fig. 2.

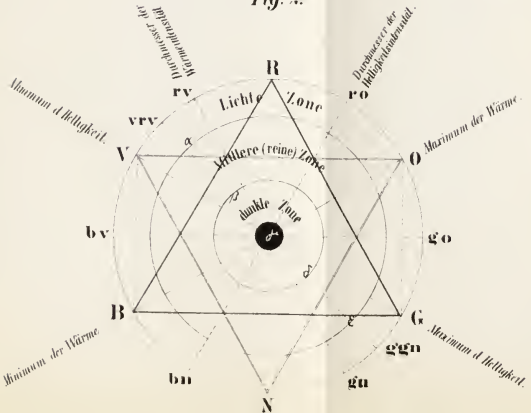


Fig. 13.

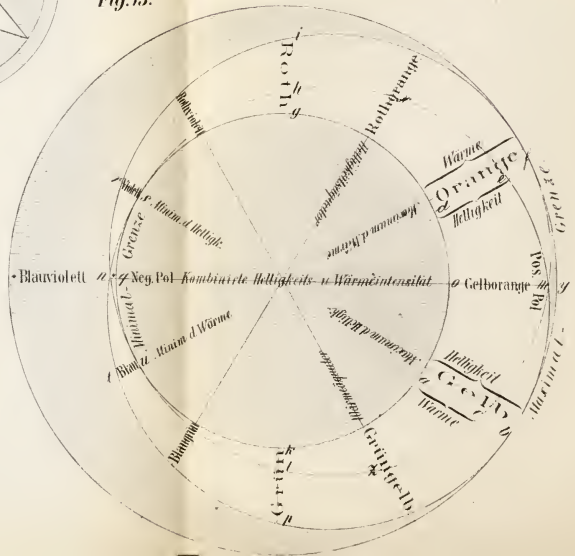
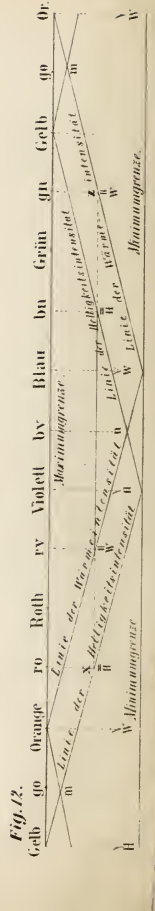


Fig. 12.



ND
1510
.S32X
v.1

Die Farbenwelt.

Ein neuer Versuch zur Erklärung der Entstehung und der Natur der Farben, nebst einer praktischen Anleitung zur Auffindung gesetzmäßiger harmonischer Farbenverbindungen.

Von

Dr. **Max Schasler.**

Erste Abtheilung:

Die Farben in ihrer Beziehung zu einander und zum Auge.

Mit einer Figurentafel.

Berlin SW. **1883.**

Verlag von Carl Habel.

(C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.)

33. Wilhelm-Straße 33.

Das Recht der Ueberſetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

HAROLD B. LEE LIBRARY
BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY
PROVO, UTAH

Einleitung.

Farbenempfindung und Farbenerscheinung; die „Farbenwelt“ bedeutet hier „die Welt als Farbenerscheinung“; Auge und Ohr als Organe, welche die Welt als Farben- und Tonvorstellung vermitteln; sie sind die specifisch aesthetischen Sinne; Tastsinn, Geruch und Geschmack beziehen sich auf die materielle Existenz der Dinge, Gesicht und Gehör auf ihre ideale Existenz; die Vorstellung der Form ist für den Tastsinn eine andere als für das Auge. Blindheit und Taubheit in ihrer Wirkung auf das menschliche Lebensglück und die geistige Entwicklung. Aesthetische Ausbildung des Auges: Farbenfreudigkeit und Farbenscheu. Die Natur ist in ihren Farbeneffekten immer harmonisch. Worin liegt diese Harmonie? Formulirung der Aufgabe für die folgenden Erörterungen.

Um dem Leser von vorn herein eine Andeutung über die besondere, durch die folgenden Erörterungen zu lösende Aufgabe zu geben, möchte ich vor Allem Das bezeichnen, was er davon nicht erwarten darf, nämlich keine Wiederaufwärmung des alten Streites zwischen der Newton'schen und Goethe'schen Farbentheorie, ebensowenig weitläufige Erklärungen über die Unterschiede der objektiven Farben als „physikalischer“ und „chemischer“, „dioptrischer“ und „katoptrischer“, „epoptischer“ „entoptischer“, „paroptischer“ ꝛc. Farben.[1]) Nicht als ob der Verfasser über die Wahl zwischen Newton und Goethe schwankend wäre, und es wird sich ihm im Laufe der Untersuchung mehrfache Gelegenheit darbieten, sich mit aller Entschiedenheit darüber auszusprechen. Aber nicht in solchen mehr oder weniger unfruchtbaren Erörterungen liegt der Schwerpunkt der folgenden Betrachtungen, sondern — um den Leser auch darüber zu unterrichten, was er zu erwarten hat —:

1. in dem Nachweis eines Elements, das bei allen bisherigen Untersuchungen über die Entstehung und die Natur der Farben unberücksichtigt geblieben ist, und welches allein entgültigen Aufschluß über diese Fragen zu geben vermag;

2. in der Aufstellung eines aus diesem Element mit Nothwendigkeit sich ergebenden Princips für die Gesetze der Farbenharmonie;

3. in der Darstellung einer praktischen, für viele Gewerbszweige, welche auf Verwendung von Farben angewiesen sind, wichtigen Methode zur Auffindung jeder Art harmonischer Farbenverbindungen.

Wäre der Verfasser nicht ebensosehr von der Zuverlässigkeit wie von der Neuheit seiner Theorie überzeugt, so hieße es bei der großen Zahl der verschiedensten Untersuchungen über die Farben in der That Eulen nach Athen tragen, wenn er dieselbe durch eine weitere, aber im Princip nicht wesentlich neue, vermehren wollte. Im Uebrigen ist, den meisten bisherigen Theorien, auch der Newton'schen und Goethe'schen, gegenüber, zu betonen, daß die sog. „objektive Farbe", d. h. die Farbenerscheinung — denn um diese handelt es sich vorzugsweise, ja ausschließlich immer bei jenen Theorien — für die folgende Untersuchung zunächst nur als die, vorläufig unbekannte, Ursache der subjektiven Farbenempfindung des Auges, welche letztere das allein thatsächliche Objekt für uns ist, betrachtet werden muß.

Aus dieser Auffassung der Frage wird nun der Leser auch erkennen, was der für unser Thema gewählte Titel „Farbenwelt" bedeuten soll, nämlich nicht sowohl die „Welt der Farben" als vielmehr nur „die Welt als Farbenerscheinung" oder, subjektiv gefaßt, „als Farbenvorstellung". Denn die Schopenhauer'sche Betrachtung der „Welt als Wille und Vorstellung" läßt sich hinsichtlich der letzteren Bezeichnung wieder je nach den besonderen Organen, womit die Welt aufgefaßt und zur Vorstellung gebracht wird, in besondere, durch die Anschauungsorgane bedingte Vorstellungsformen zerlegen, deren Summe dann die allgemeine Vorstellung von der Welt bildet. Unter diesen Anschauungsorganen sind es nun aber nur zwei, nämlich die beiden höchsten Sinne, Auge und Ohr, welche specifisch-ästhetischer Perceptionen fähig sind. Der Grund davon liegt darin, daß durch „Farbe" und „Ton" keine unmittelbare Berührung zwischen den Dingen und den Sinnen stattfindet, sondern diese Arten von Perceptionen durch je ein drittes Element vermittelt werden, das bekanntlich von den Physikern als „Aether-" und „Luftschwingung" bezeichnet wird, während die anderen Sinne (Geruch, Geschmack und Tastsinn) wesentlich die Materie der Dinge selbst in ihren chemischen und mechanischen Qualitäten zum unmittelbaren Objekt der Empfindung haben. Deshalb besitzen die letzteren drei Sinne keine reine ästhetische Beziehung im höheren Sinne des Wortes

zur Erscheinungswelt, sondern dienen vorzugsweise dem materiellen Genusse.

Zwar, was den Tastsinn betrifft, welcher nicht blos die Unterschiede der Wärme und Kälte, sowie der Beschaffenheit der Oberfläche, des Rauhen und Glatten, Harten und Weichen u. s. w. percipirt, sondern sich auch auf die Vorstellung der Form, also eines ebenfalls, neben Farbe und Ton, wesentlich ästhetischen Perceptionsobjektes bezieht, so scheint dieser übrigens durchaus materielle, weil vorzugsweise in der unmittelbaren Berührung der Dinge beruhende Sinn[2]) jenem Unterscheidungsprincip zwischen ästhetischen und nichtästhetischen Sinnen zu widersprechen. Allein dieser Widerspruch ist nur ein scheinbarer. Die Vorstellung der Form, welche ausschließlich durch den Tastsinn hervorgerufen wird, hat mit der durch das Auge percipirten Formvorstellung nichts gemein; einen Beweis dafür liefern alle ursprünglich Blinden, welche, wenn sie später sehend werden, das, was sie in ihrem blinden Zustande als rund, eckig, nah, fern[3]) ꝛc. richtig bezeichneten, zuerst mit dem Auge als solche Formen nicht ohne Weiteres wiedererkennen, sondern deren Identität erst allmählich durch die Erfahrung erlernen, d. h. durch Vergleichung der durch den Tastsinn bewirkten Formvorstellung mit der durch das Auge bewirkten. Thatsächlich ist die Form, die allerdings als drittes ästhetisches Perceptionsobjekt neben „Farbe" und „Ton" zu nennen ist, nur eine Abstraction der Farbenperception, d. h. die Anschauung der Formenunterschiede beruht zunächst auf der Anschauung der Farbenunterschiede — wobei allerdings der Ausdruck „Farbe" im weitesten Wortsinn, nämlich mit Einschluß von Weiß, Schwarz und Grau, die im specifischen Sinne keine Farben sind, genommen werden muß. Formen daher, die durch keine Farben-Differenzen sich unterscheiden oder nicht durch solche getrennt sind, beständen die Trennung auch nur in einer Linie, erscheinen dem Auge nicht als verschiedene, sondern durchaus als einheitliche Formen. Auch die differenten Vorstellungen des Konkaven und Konvexen sind durch solche Farbenunterschiede, die hier als Farbenabtönung sich darstellen, bedingt; wäre es z. B. möglich, eine Kugel so gleichmäßig zu beleuchten, daß das dieselbe betrachtende Auge vor allen Punkten der sichtbaren Hälfte, auch hinsichtlich der Intensität der Strahlen, völlig gleichmäßig afficirt würde, so müßte sie nothwendig als Fläche erscheinen. Insofern also die Form nur eine Abstraction der Farbe ist — weshalb auch

die Plastik eine abstraktere oder, wenn man will, eine idealere Kunstgattung ist als die Malerei, obgleich diese nur den Schein der Formenrundheit auf einer Fläche erzeugt —, reducirt sich thatsächlich die ästhetische Perception der erscheinenden Welt zunächst auf die Farben- und Tonempfindungen, so daß auch nur bei diesen beiden von „Empfindungen" als Nervenaffectionen die Rede sein kann, während der Ausdruck „Formempfindung" entweder — nämlich wenn er in analoger Bedeutung wie jene beiden gefaßt wird — gar keinen Sinn hat, oder aber in der Bedeutung „Empfindung für schöne Form" bereits dem Gebiet des ästhetischen Urtheils angehört; ein Gesichtspunkt, der bei den Ausdrücken „Farben- und Tonempfindungen" als bloßer Nervenaffectionen des Auges und Ohrs schlechthin zunächst gar nicht in Betracht kommt, obschon diese natürlich weiterhin dann auch in höherem, künstlerisch-ästhetischem Sinne gefaßt werden können.

Zwar findet auch beim Tastsinn und ebenso auch bei den beiden anderen niederen Sinnen, Geschmack und Geruch, ein dem ästhetischen Gegensatz des „Schönen" und „Häßlichen" analoger Gegensatz der Empfindung statt, den man als den des Angenehmen und Unangenehmen oder des Wohlgefälligen und Mißfälligen bezeichnen kann. Aber die höhere, nämlich rein ästhetische Bedeutung des ersteren Gegensatzes liegt darin, daß er — um mit Kant zu reden — „ohne Interesse" ist, d. h. daß er über die blos sinnliche Empfindung hinaus in das Gebiet der reinen Anschauung sich erhebt, auf welcher das ästhetische Urtheil beruht. Für die niederen Sinne hat der analoge Gegensatz daher vorzugsweise die praktische Bedeutung, daß danach die Dinge für den Genuß und die Erhaltung des Lebens als nützliche und schädliche unterschieden werden, was bei jenem höheren Gegensatz gar nicht in Betracht kommt. Der Ausdruck „schrecklich schön", z. B. für den Eindruck eines Gewitters auf Auge und Ohr, enthält daher einen nur scheinbaren Widerspruch, nämlich die Hindeutung darauf, daß diese Sinne, eben im Gegensatz zu der blos natürlichen Empfindung, einer höheren ästhetischen Perception fähig sind, indem sie solchen wilden Kampf der entfesselten Naturelemente, trotz des Schreckens, den er auf die blos natürliche Empfindung hervorruft, in seiner Erhabenheit und Schönheit aufzufassen und zu genießen vermögen. Der analoge Ausdruck „schrecklich angenehm" dagegen wäre einfach

Unsinn, weil hier der Widerspruch ein wirklicher ist, der als solcher ungelöst bleibt, da die niederen Sinne sich über denselben zu erheben außer Stande sind. — Selbstverständlich können aber Auge und Ohr neben dieser höheren Perceptionsfähigkeit als ästhetischer Sinne auch an den auf dem materiellen Gegensatz des Wohlgefälligen und Mißfälligen beruhenden Eindrücken participiren; und gerade bei unserer Betrachtung ist zunächst von diesem Standpunkt auszugehen, um von diesem aus dann zu dem höheren der ästhetischen Anschauung fortzugehen.

„Die Farbenwelt" also, d. h. die Welt unter dem Gesichtspunkt der farbigen Erscheinung: dies ist unser nächstes Objekt; und es ist ohne Zweifel ein inhaltsvolles Objekt. Wie wenige und wie selten geben diese Wenigen sich Rechenschaft von der allumfassenden Bedeutung, welche die Farbenfülle der uns umgebenden Welt nicht nur für das erkennende Bewußtsein, sondern auch für die heitere Mannigfaltigkeit des Lebensgenusses besitzt. Man stelle sich nur einmal den Fall vor, daß wir zwar sehen, aber keine Farben, sondern nur die Helligkeitsgrade unterscheiden könnten, mit anderen Worten: daß die ganze Natur uns, als ob sie plötzlich ein Trauerkleid angelegt hätte, farblos erschiene: daß das Grün der Bäume und Wiesen, die Farbenpracht der Blumen, die milde Bläue des Himmelsgewölbes, das Rosenroth und der orangefarbene Saum der Wolken bei untergehender Sonne mit einem Male einer nüchternen grauen Tonleiter zwischen Hell und Dunkel, d. h. zwischen Weiß und Schwarz, Platz machte. Die Wirkung auf das menschliche Lebensglück müßte eine geradezu fürchterliche sein. Man kann sich von derselben eine annähernde Vorstellung machen, wenn man sich die Wirkung vergegenwärtigt, welche eine Sonnenfinsterniß oder auch das Mondlicht auf die Natur hervorbringt, obgleich hier keineswegs schon völlige Entfärbung eintritt. Das in dieser Wirkung für die Empfindung liegende Beängstigende, ja Gespenstige solcher Beleuchtung liegt nicht etwa in der bloßen Dämpfung des Lichts; im Gegentheil, die volle Lichtwirkung würde bei absoluter Farblosigkeit, statt wie beim Mondlicht den Eindruck des Geheimnißvollen auf die Phantasie auszuüben, vielleicht nüchterner sein, aber sie würde in dieser prosaischen Nüchternheit wahrscheinlich noch ein Element des Schreckens, nämlich das der Langweiligkeit, mehr besitzen. Es wäre ein Irrthum, wenn man dagegen einwenden wollte, daß diese Wir-

kung nur auf der Voraussetzung beruhe, daß wir vorher die Natur als farbige kennen gelernt hätten, daß dagegen, wenn die Farbe überhaupt nicht existirte, wir also von ihrem Reichthum und von ihrer Schönheit keine Vorstellung hätten, auch der Mangel daran von uns nicht empfunden würde. Soll es doch wirklich Menschen geben, welche die Farben überhaupt nicht als solche zu sehen, sondern alle Lichtdifferenzen nur als eine farblose Skala zwischen Weiß und Schwarz zu unterscheiden im Stande sind. Bekanntlich bezeichnet man solchen Mangel mit dem Ausdruck „Farbenblindheit", versteht darunter aber nur die Unfähigkeit, gewisse Farben, z. B. Roth und Grün, voneinander zu unterscheiden, nicht aber die Unfähigkeit, überhaupt Farben zu sehen. Es möchte überhaupt zweifelhaft sein, ob solche totale „Farbenblindheit" überhaupt vorkommt, da sie sich nicht konstatiren läßt, weil, wenn Jemand wirklich total farbenblind geboren ist, er auch ebensowenig eine Vorstellung davon haben könnte, was man eigentlich meint, wenn man mit ihm von „Farben" spricht, wie ein Taubgeborener sich eine Vorstellung von „Tönen" zu machen im Stande ist; dagegen ist jener mildere Fall von „Farbenblindheit", nämlich die Verwechslung gewisser Farben mit einander, durchaus nicht selten, so daß man um Unglück zu verhüten, auf den Eisenbahnen die Einrichtung getroffen hat, die Lokomotivführer, Weichensteller u. s. w. gewissen Prüfungen hinsichtlich der Korrektheit ihres Sehens zu unterwerfen, weil es mehrfach vorgekommen, daß einige dieser Beamten die rothen mit den grünen Signallaternen, weil sie dieselben nicht zu unterscheiden vermochten, verwechselten.

Farbenwelt und Tonwelt, d. h. die Welt des Auges und die Welt des Ohrs, sind also die beiden höchsten Vorstellungsformen, deren der subjektive Geist als anschauender und empfindender dem erscheinenden Universum gegenüber fähig ist; und wenn auch die Frage, ob es für den Menschen sowohl hinsichtlich seiner geistigen Entwicklung wie seiner Lebensfreudigkeit trauriger sei, blind- oder taubgeboren zu sein, ohne Zweifel dahin zu beantworten sein möchte, daß das letztere Unglück als das größere zu betrachten ist, weil der Taubgeborne zugleich stummgeboren ist und damit des Hauptmittels menschlicher Entwicklung, der Sprache, entbehrt, so kann es wohl ebensowenig zweifelhaft sein, daß umgekehrt das Erblinden bei schon vorgeschrittener geistiger Entwicklung ein unendlich größerer Verlust

ist, als das Taubwerden. Ich kann an dieser Stelle auf die Erörterung dieses interessanten Punktes, welche übrigens keineswegs so einfach ist wie sie scheint, nicht näher eingehen; jedenfalls folgt aus dem Gesagten, daß das Auge für uns das kostbarste und unentbehrlichste Organ ist, auf dessen Erhaltung und ästhetische Ausbildung wir alle Ursache haben die größte Sorgfalt zu verwenden.

Die „ästhetische Ausbildung des Auges": hiermit nähern wir uns bereits dem eigentlichen Gegenstand unserer Untersuchung, weshalb dieser Punkt etwas näher in's Auge zu fassen ist. Daß derjenige, welcher für die Harmonie der Farben und Formen in der Natur eine größere Feinfühligkeit besitzt, ungleich mehr in ihr sieht und ihre Schönheiten tiefer empfindet, als derjenige, welchem dieselbe mangelt, bedarf keiner besonderen Begründung. Allein man darf nicht glauben, daß solche Feinfühligkeit nothwendig mit der sog. höheren Bildung verknüpft ist, oder daß der Mangel solcher Bildung zugleich den für die Schönheit der Farben einschließt. Gegen letztere Ansicht sprechen z. B. die oft sehr malerischen Volkskostüme mit ihrem reichen Farbenschmuck, namentlich bei südlichen Nationen. Charakteristisch aber ist, daß der Mangel an Empfindung für Harmonie der Farben sich nach unten in ganz entgegengesetzter Weise äußert als nach oben; dort im niederen Volk ist derselbe fast immer mit einer naiven Farbenfreudigkeit verbunden, die sich allerdings oft in der Neigung für schreiende Kontraste und für das, was man in der Malerei „giftige" Farben nennt, offenbart, während in den höheren Regionen der sog. gebildeten Gesellschaft sich im Gegentheil jener Mangel als Farbenscheu, d. h. als die Tendenz kundgiebt, möglichst unbestimmte Farben als besonders elegant und fein zu bevorzugen. Leider verschwindet jene naive Farbenfreudigkeit des „niederen Volks", welche sich nothwendig mit einer tieferen Kulturstufe im modernen Sinne des Worts verbindet, in demselben Grade, in welchem die Kultur bei ihm sich ausbreitet, wozu die ungeheure Vervielfältigung der modernen Kommunikationsmittel in neuerer Zeit durch Eisenbahnen u. s. w. bedeutend mitwirkt: und so werden mit den echten Volksliedern und den ausdrucksvollen Nationaltänzen auch die ebenso charakteristischen wie malerisch interessanten Volkskostüme allmählich zu Grabe getragen, um — ein historisches caput mortuum — nur noch als antiquarische Kuriosität in den Museen aufbewahrt und von

gelehrten Forschern als schätzbares Material für kulturgeschichtliche Untersuchungen betrachtet zu werden.

Aus dem äußerlichen Zusammenhang jener volksthümlichen Farbenfreudigkeit mit dem Mangel höherer Kultur und Gesittung erklärt sich zugleich auch die in der Sphäre der gebildeten Klassen der Gesellschaft mehr und mehr sich geltend machende Neigung, diese höhere Bildung auch durch möglichst nüchterne Farblosigkeit im Modekostüm zu manifestiren; als ob das Gefallen an lebhaften Farben an sich schon ein Symptom der Unkultur wäre! — ein Trugschluß der allerplumpesten Art, der als solcher durch die farbenprächtigen Kostüme der vornehmen Welt in früheren Zeiten, namentlich der Renaissanceperiode, aufgedeckt wird. Wenn daher schon öfters, namentlich von Malern, mit Bedauern darauf hingewiesen worden ist, daß an Stelle der allen Menschen natürlicherweise innewohnenden Freude an schönen und reinen Farben in der Kleidung wie in Tapeten, Drapperien, Möbeln, Hausgeräthen u. s. w. in neuerer Zeit in zunehmendem Grade eine entgegengesetzte Neigung zu jener Unentschiedenheit der Farben, welche in der Malerei als „Gebrochenheit des Tones" bezeichnet wird, Platz greift, so ist einerseits zwar nicht zu verkennen, daß solche Tendenz zum Theil aus dem richtigen Gefühl der Abneigung gegen schreiende Farbenkontraste entspringt, und daß insofern diese Gebrochenheit des Tons, welche wesentlich in einer Abschwächung der reinen Farbe durch Mischung mit Grau besteht, einen Anspruch auf höhere Feinheit der Modefarben erheben darf, weshalb sie denn auch vorzugsweise als „elegant" gilt; andererseits aber ist entschieden zu behaupten, daß solche Abschwächung der Farbe, wenn sie auch ihres unbestimmten Charakters halber die schreienden Kontraste ausschließt, doch nur ein sehr surrogatives Ersatzmittel für die wahre Harmonie der Farben darbietet. Man gießt dabei so zu sagen, das Kind mit dem Bade aus. Denn konsequenter Weise müßte der höchste Grad solcher Feinheit darin zu finden sein, wenn in diesem Modegrau überhaupt gar kein Anklang mehr an eine bestimmte Farbe enthalten wäre. Und in der That scheint die heutige Modefarbe, wenigstens der eleganten männlichen Kleidung — das weibliche Geschlecht hat sich noch immer ein natürliches Gefühl für Farbenschönheit zu bewahren gewußt[4]) — diesem nüchternen Ideal der Modefarbenfeinheit ziemlich nahe gekommen zu sein, da sie wesentlich in einer Skala

von Farben besteht, welche zwischen der indifferenten Farblosigkeit des trockenen Chausseestaubs und der trüben Dunkelheit von nassem Straßenschmutz auf- und abläuft, und deren Extreme Schwarz und Weiß, d. h. die absolute Farblosigkeit, bilden.

Im Grunde offenbart sich in dieser modernen Farbenscheu, wenn auch nach entgegengesetzter Richtung hin, derselbe Mangel an Empfindung für Farbenharmonie wie in der naiven Farbenfreudigkeit des Volks, die an schreienden und disharmonischen Farbenzusammenstellungen Gefallen findet. Es ist nun zwar nicht zu leugnen, daß durch die letzteren das ästhetisch gebildete Auge — ähnlich wie durch disharmonische Tonverbindungen das musikalisch gebildete Ohr — oft stark verletzt wird. Dennoch erscheint die darin sich offenbarende Farbenfreudigkeit immer noch wohlthuender und in ihrer Wirkung für das Auge erfrischender als die allmähliche, bis zur Ertödtung alles Farbenreizes fortgehende Abschwächung der Farben in den eleganten Modecouleuren. Denn — um diese Parallele noch einmal heranzuziehen — wie das echte, schmucklose Volkslied trotz mancherlei Härten und trotz seiner Regellosigkeit in der Form oft viel poetischer ist als der korrekte Versbau unsrer eleganten Modedichter, und wie der in freier Ungebundenheit sich bewegende, aber stets ausdrucksvolle Volkstanz eine ungleich höhere Schönheit und Bedeutsamkeit besitzt als die marionettenhafte Mechanik der zu gleichsam mathematischer Inhaltslosigkeit herabgesunkenen Modetänze unserer Salons, bei denen alle Grazie plastischer Bewegung einem nonchalanten Schlendern und langweiligem Sich-im-Kreise-Drehen gewichen ist: so macht auch die naive Lebhaftigkeit der von der Kultur noch nicht beleckten Volksfarbe einen entschieden poetischeren Eindruck als unsere moderne Farbenscheu, die eigentlich den Namen „Farbenfeigheit" verdient. Die Maler beachten dies auch sehr wohl, wenn sie ihre Landschaften, statt mit englichen Touristen und modern-eleganten Damen, lieber mit wendischen Bäuerinnen, ungarischen Zigeunern und italienischen Banditen in ihren bunten Kostümen staffiren[5]), oder wenn sie in ihren architektonischen Interieurs zu gothischen Kapellen mit ihrem reichen Altarschmuck und ihren bunten Glasgemälden oder zur farbenfreudigen Renaissance der venetianischen Paläste zurückgreifen, statt die mit nüchternen Tapeten ausgestatteten Wohnräume unserer modernen Villen darzustellen.

Daß übrigens solche Neigung zu nüchterner Farblosigkeit

hinsichtlich der Förderung der Lebensfreudigkeit ihre bedenkliche Seite hat, ergiebt sich schon daraus, daß nicht ohne Grund Schwarz und in Verbindung damit auch Weiß, sowie ihre Mischung Grau als Farben der Trauer und Langenweile gelten[6]), und daß wir auch von der Natur sagen, sie „traure" oder „sterbe ab", wenn sich das Blau des Himmels und der Glanz der Sonne unter einer grauen Nebelhülle, oder das Grün der Wiesen und Wälder unter farbloser Schneedecke verbirgt; während die Natur zu neuer Lebensfreudigkeit zu „erwachen" scheint, wenn im Frühling der Schnee fortschmilzt und die Nebel sich zerstreuen, um der bunten Farbenpracht der Erde und dem sonnigen Glanz des Himmels ihren belebenden Einfluß auf das menschliche Gemüth wieder einzuräumen. Sollte nun in dieser allgemeinen Farbenfreudigkeit der ganzen Natur, die sich im Winter nur deshalb in einen todesähnlichen Schlaf versenkt, um frische Kräfte für die Entfaltung eines neuen, warmen, farbenglühenden Lebens zu gewinnen, für uns nicht ein Fingerzeig liegen, daß auch der Mensch in der Gestaltung seines, durch die Kulturverhältnisse bedingten, künstlich geordneten Lebens diesem für die Glücksempfindung des Daseins so wichtigen und geradezu unentbehrlichen Elemente möglichst Rechnung zu tragen, d. h. seine Empfindung für Farbenschönheit und Farbenharmonie zum höchstmöglichen Grade der Feinheit auszubilden verpflichtet sei?

Und gerade die Natur ist es, welche sich für den Menschen in seinem Streben nach ästhetischer Bildung des Auges als die beste Lehrmeisterin erweist, da sie selbst in ihren stärksten Farbeneffekten stets harmonisch bleibt, weil sie — um mich malerisch auszudrücken — immer mit reinen Grundfarben und deren zartesten Mischungen arbeitet und niemals Kontraste duldet, welche sie nicht auf harmonische Weise zu vermitteln weiß. Man wird in den farbenreichsten Blumen und in dem buntesten Schmetterling vergeblich nach unharmonischen Farbenverbindungen suchen und in den glänzendsten Sonnenuntergängen ebensowenig wie in den farbenprächtigsten Muscheln und Zoophyten auf dem Grund des Meeres eine Nüance entdecken, die einen unvermittelten Kontrast in der Zusammenstellung der verschiedenen Töne enthielte: überall, wo die Natur nicht künstlich entstellt, sondern in normalem Zustande erscheint,

offenbart sie Harmonie und darum Schönheit, überall frische, glühende Reinheit der Farbe und daher in dieser Beziehung Freudigkeit und Glücksempfindung.

Auf welchem Princip beruht nun diese der Natur immanente Harmonie der Farben: diese Frage ist es, welche beantwortet werden muß, wenn es sich darum handelt, die Lehren, welche sie mit ewigem Finger auf die Erde und an den Himmel schreibt, für die Welt der menschlichen Kultur zu verwerthen; mit anderen Worten: giebt es ein Gesetz und läßt sich dasselbe in so klarer Weise formuliren, daß man auf Grund desselben für jede Farbe die entsprechenden harmonischen Farben finden kann?

Es ist einleuchtend, daß, wenn diese Frage auf Grund thatsächlicher Beweise bejaht werden kann und es möglich ist, dies Gesetz der Farbenharmonie in so klarer Weisen darzustellen, daß Jeder dasselbe bei der Wahl der Farben, die er für irgend einen beliebigen Zweck verwenden will, zu befolgen im Stande ist, dies nicht nur in vieler Beziehung von großer praktischer Wichtigkeit, sondern auch für die harmonische Gestaltung des menschlichen Lebens überhaupt von unberechenbarer Tragweite sein würde. Die folgenden Erörterungen enthalten den Versuch, dies Gesetz nicht nur in seiner Nothwendigkeit theoretisch zu begründen, sondern es auch in praktischer Weise zur Darstellung einer einfachen Methode für Auffindung jeder Art harmonischer Farbenverbindungen zu verwerthen. Zur Erreichung dieses Resultats ist es aber nothwendig, auf die Natur — nicht schon der Farbe selbst, sondern — des Sehens, d. h. der Thätigkeit des Auges bei der Farbenempfindung zurückzugehen.

I.

Die Netzhaut (Retina) und ihre Thätigkeit; der Augennerv als Vermittlungsorgan mit dem Bewußtsein; objektive und subjektive Farbe (Farbenempfindung und Farbenerscheinung); Weiß und Schwarz, die Extreme der Farblosigkeit, als Surrogate des reinen Lichts und der reinen Finsterniß; Unterschied zwischen der Qualität und Intensität in der Farbenempfindung; abstrakte Natur den Intensitätsskala. Analogie zwischen den Lichtschwingungen und Nervenschwingungen als Erklärung des Unterschiedes zwischen Qualität und Intensität der Farben. Was ist „Urfarbe", was „Grundfarbe", was Mischfarbe"? — Der Farbenkreis und seine Erklärung; das Phänomen der Komplementarität, nur aus der Natur der physiologischen Farbe erklärbar. Die Verschiedenheit der Erscheinungswelt gründet sich nur auf die

Verschiedenheit der Sinnesorgane. Die Netzhaut des Auges enthält als Perceptionsorgan den gesammten Farbenkreis als latente Dynamis, sowohl hinsichtlich der Qualitäts- wie der Intensitätsdifferenzen der Farben. Verhältniß der drei Urfarben (Roth, Gelb, Blau) zu einander; Kontrast zwischen Gelb und Blau; Roth, der Herrscher im Farbenreich; sein Komplement Grün, die einfachste und wirkungsvollste komplementäre Grundfarbe. Genauere Bestimmung der Intensitätsverhältnisse; Nüancirung, Schattirung, Temperirung; Qualität der Farben hinsichtlich der Intensitätsdifferenzen.

Um die Natur des Sehens als Thätigkeit des Auges zu charakterisiren, ist es nicht nöthig, den anatomischen Bau desselben in allen seinen Theilen zu beschreiben, da es sich dabei wesentlich nur um eine der verschiedenen zarten Häute[7]) handelt, welche den sphäroidischen, wie eine Camera obscura konstruirten Körper des Augapfels einschließen, nämlich um die sog. Retina (Netz- oder Nervenhaut). Sie besteht, als Ausläufer des auf der hinteren Seite des Auges sich ansetzenden und dieses mit dem Gehirn verbindenden Augennerven, theils aus Nervenmark selbst, theils aus sehr zarten Gefäßen und Zellgeweben und setzt sich nach vorn bis zu einem kleinen runden Loch fort, welches, der Achse des Augapfels, aber nicht dem Ansatz des Augennerven, der etwas seitswärts nach innen liegt, entsprechend, den Eintritt der Lichtstrahlen ins Innere des Auges ermöglicht.

Gründet sich also das Wesen der Farbe, in der subjektiven Bedeutung des Worts, auf die Natur des Sehens, dieses aber wieder auf die specifische Nerventhätigkeit der Netzhaut, so ergiebt sich als nothwendige Forderung für die Erkenntniß des Wesens der Farbe, daß die Natur der Netzhaut hinsichtlich der Art und Weise ihrer Nerventhätigkeit sowie hinsichtlich der daraus folgenden besonderen Wirkungsformen zu untersuchen ist. Aber auch wenn die Natur dieser Thätigkeit und ihrer Wirkungsformen erkannt ist, bleibt für die Erklärung des Sehens, im Sinne bewußter Anschauung, immer noch eine Lücke, die sich der Untersuchung völlig entzieht, weil es unmöglich ist, die Frage zu beantworten, in welcher Weise die Uebertragung dieser Thätigkeit der Netzhaut mittest des Augennerven auf die entsprechenden Gehirnnerven, besonders aber die der letzteren auf das Bewußtsein sich vollzieht, oder mit anderen Worten: wie wir uns die Art und Weise zu denken haben, in welcher der Verstand bei der Function des Sehens betheiligt ist. Daß diese Betheiligung eine sehr wesentliche ist, weil die Nerven-

empfindung der Netzhaut dem Verstande durch Vermittlung der Gehirnnerven nur das Material zum bewußten Sehen liefert, darüber kann kein Zweifel bestehen und wird z. B. durch die Jedem bekannte Thatsache bewiesen, daß man oft, in Gedanken vertieft, eine bestimmte Stelle fixirt, etwa an die Decke hinaufblickt und dann, plötzlich durch irgend eine Ursache davon abgelenkt, nicht im Stande ist, zu sagen, was man eigentlich dort gesehen hat. Die Wirkung dieser Stelle hinsichtlich ihrer Form und Farbe auf die Netzhaut ist, da sie rein physikalisch-mechanischer Natur ist, offenbar immer dieselbe, d. h. das Bild hat sich auf ihr unter allen Umständen abgespiegelt, ob wir uns nun dessen später erinnern oder nicht; aber die Uebertragung auf das Bewußtsein blieb unterbrochen, weil der Verstand nach einer anderen Seite hin mit überwiegender Kraft in Anspruch genommen war[8]).

Hier stehen wir also vor der Grenze unseres Erkennens überhaupt — einer Grenze, die trotz aller philosophischen Hypothesen deshalb niemals überschritten werden kann, weil eben das Wesen des Erkennens, womit wir allein das Geheimniß zu entdecken vermöchten, selber das Geheimniß ist, dessen Inhalt erkannt werden soll[9]). Wir können daher nur aus Analogie auf die Wahrscheinlichkeit schließen, daß jener Uebertragung des Vorgangs in der Netzhaut auf die Thätigkeit des Augennerven, welche letztere wesentlich die Natur einer Schwingungsform hat, ein analoger ideeller Vorgang in der Uebertragung dieser Schwingungen auf die bewußte Anschauung entspricht. Wo daher, wie beim neugeborenen Kinde oder beim Blödsinnigen, der Verstand unentwickelt ist, bleibt auch die Uebertragung des von Außen in das Innere des Auges projicirten Bildes auf die bewußte Anschauung aus, daher der Blick bei beiden stets den unverkennbaren Ausdruck bewußtlosen Stierens zeigt. Diese nothwendige Mitwirkung des Verstandes erklärt auch allein den sonst höchst auffälligen Umstand, daß das auf die Netzhaut bekanntlich in verkehrter Stellung[10]) projicirte Bild der Gegenstände aufrecht gesehen wird. Die Annahme, daß bei der Uebertragung des Bildes der Netzhaut durch die Augennerven auf die Gehirnnerven (durch Kreuzung jener) eine abermalige Umkehrung stattfinde, so daß dadurch die erste Umkehrung rektificirt werde, ist — abgesehen davon, daß die Kreuzung nicht von oben nach unten, sondern von links nach rechts und umgekehrt geht, —

vollkommen unnöthig; sondern die Rektificirung erfolgt, als rein ideelle, einfach dadurch, daß der Verstand die rein materielle Sinnesempfindung, in welcher die Vorstellungen von oben und unten, links und rechts überhaupt noch nicht existiren, durch das ihm immanente Gesetz der Kausalität auf ihre äußere Ursache bezieht, indem das Subjekt die Lage der Gegenstände durch die Stellung seines eigenen Leibes zu ihnen bestimmt; eine Stellung, die ihm durch anderweitige Momente als eine aufrechte zur Erkenntniß gelangt. Wenn man daher seinen Leib selbst umkehrt, z. B. zwischen den Beinen hindurch die Gegenstände hinter sich betrachtet, oder sich auf den Kopf stellt, so sieht man auch Alles übrige verkehrt, obgleich dann gerade die Bilder auf der Netzhaut aufrecht stehen.

Nach diesen orientirenden Vorbemerkungen kann ich nun näher auf den beim farbigen Sehen stattfindenden Vorgang eingehen, wobei nochmals zu betonen ist, daß, wenn im Folgenden von „Farben" und „Farbenunterschieden" die Rede ist, hierunter zunächst nur die subjektive Nervenempfindung der Netzhaut verstanden werden muß, welche nichts weiter ist als die Wirkung einer ihrem Wesen nach unbekannten Ursache, die dem Objekt unter Einwirkung des Lichts anhaftet. Wenn wir daher die Rose roth, die Wiese grün nennen, so bedeutet dies nichts anderes, als daß die beleuchtete Rose die Eigenschaft hat, auf unsere Netzhaut diese durch den Ausdruck „roth" bezeichnete Empfindung hervorzurufen, welche sich specifisch von der durch „grün" bezeichneten unterscheidet[11]). Die Vorstellung der Farbe als objektiver entspringt also, wie jede objektive Vorstellung, daraus, daß der Verstand die Anschauung, deren Inhalt ihm durch die Empfindung der betreffenden Organe vermittelt wird, auf die objektive Erscheinung, als deren Ursache, bezieht und dadurch gleichsam nach außen projicirt. Es ist mithin ganz falsch, wenn man, statt zunächst von der Wirkung auszugehen und die in dieser stattfindenden verschiedenartigen Vorgänge zu untersuchen, um damit einen Schluß rückwärts auf die Ursache zu machen, von dieser letzteren, die uns erst durch ihre Wirkung erkennbar ist, ausgeht, um daraus die Wirkung erklären zu wollen, wie die Newtonianer es thun; mit anderen Worten: Das Wesen der Farbe ist nur auf physiologischem, durchaus aber nicht auf physikalischem Wege richtig zu erkennen[12]).

Was zunächst den in der absoluten Farblosigkeit auftretenden Gegensatz zwischen „Weiß" und „Schwarz", oder richtiger, zwischen reinem Licht und reiner Finsterniß betrifft, so bildet derselbe als Empfindung der Netzhaut denselben absoluten Gegensatz, indem vom reinen Licht die volle Thätigkeit derselben hervorgerufen wird, während die reine Finsterniß ihre Thätigkeit überhaupt nicht weckt. In der Wirklichkeit treten aber diese beiden extremen Fälle niemals ein; könnten sie jedoch eintreten, so würde ihre Wirkung völlig dieselbe sein, d. h. das Auge ist ebensowenig im Stande, das reine Licht wie die reine Finsterniß zu sehen. Die letztere Annahme enthält nämlich einen Widerspruch, insofern die absolute Finsterniß das Sehen überhaupt als Thätigkeit des Auges ausschließt, oder: reine Finsterniß sehen, heißt nichts anderes als Nichts oder vielmehr nicht sehen. Was die andere Annahme, nämlich das Sehen des reinen Lichts betrifft, so bedeutet dies — wie Jeder, der einmal versucht hat in die volle Sonnenscheibe zu blicken, obschon hier bereits durch die Atmosphäre eine Trübung des Lichts verursacht wird, weiß — nichts anderes als Blendung; Blendung aber ist eine derartige Ueberspannung des Nervenreizes, daß sie einem völligen Außer-Thätigkeitsetzen der Netzhaut gleich kommt; weshalb das Auge denn auch nach einer solchen Blendung eine Zeitlang — wenigstens mit der Stelle der Netzhaut, welche von der Blendung getroffen war — nichts sieht, d. h. nur ein dunkles Spektrum (Nachbild) behält, das man oft längere Zeit nicht loswerden kann. Thatsächlich sehen wir also weder jemals das reine Licht, noch die reine Finsterniß, sondern nur ihre durch Trübung hervorgebrachten Surrogate: Weiß und Schwarz. Worin jene Trübung, d. h. die Entstehung des Weißen besteht, ist nicht leicht zu sagen. Man kann sich den Vorgang, der durchaus nicht als Strahlenbrechung aufzufassen ist, etwa dadurch veranschaulichen, daß man die Weiße des Schnees mit der Durchsichtigkeit des Eises vergleicht, oder sich an die weiße Farbe des pulverisirten Glases erinnert: das Weiße entsteht nämlich hier wahrscheinlich in Folge einer in's unendlich Kleine gehenden, gleichsam punktuellen Zerstreuung der Lichtstrahlen, die als solche einen analogen Eindruck in sich kontinuirlicher, aber nicht mehr strahlender Lichtmenge hervorbringt. Das Licht wird dabei gleichsam wie das an sich durchsichtige Weiße des Eies zu Schnee geschlagen und erscheint

dadurch, indem es, wie dieses seine Transparenz, so seine Strahlung einbüßt, weiß[13]). Dieses Weiß, als einfach getrübtes Licht, bildet mithin das nächste Surrogat des letzteren für das Auge und bewirkt daher, wenn es hinreichend intensiv ist, die relativ vollste Thätigkeit der Netzhaut; es ist diejenige Farbe (wenn man es so nennen will), welche das Auge am empfindlichsten berührt, es am leichtesten blendet, während das Schwarze die Thätigkeit der Netzhaut bis zum relativ geringsten Grade anregt. Ich sage „relativ"; denn vollkommen ist, wie Schopenhauer will, die Netzhaut weder beim Weißen in, noch beim Schwarzen außer Thätigkeit; sondern dies ist sie nur beim Licht und bei der Finsterniß; für unseren Zweck aber können wir immerhin — unter dieser Verwahrung — auch beim Weiß und Schwarz von voller Thätigkeit und Unthätigkeit der Netzhaut sprechen[14]).

Der Gegensatz zwischen Weiß und Schwarz, als Surrogaten des Gegensatzes von reinem Licht und reiner Finsterniß, ist, als Empfindungsgegensatz der Nerventhätigkeit der Netzhaut, noch nicht qualitativer Natur, sondern lediglich ein Gegensatz quantitativer Intensität; er umfaßt diejenigen durch Mischung mit Weiß, bez. Schwarz bewirkten Abtönungen einer Farbe, welche man als „Nüancirung" — im Unterschied von der „Schattirung", welche dieselbe Farbe, nur in stärkerer oder schwächerer Beleuchtung darstellt — bezeichnet. Beide Differenzen, zu denen dann noch andere (wovon später) hinzutreten, fallen, als wesentlich quantitativer Natur, unter den gemeinsamen Intensitätsunterschied der Helligkeit nnd Dunkelheit, d. h. sie abstrahiren von der Qualität der Farbe als solcher.

Gegenüber der abstrakten Natur dieser quantitativen Intensitätsskala in der Nervenempfindung der Netzhaut kann man nun die qualitativ-differente Thätigkeit derselben als konkret bezeichnen. In dieses Gebiet gehört nun die Entstehung der Farben überhaupt, d. h. die Empfindung für die qualitativ-differente Wirkung der von einem Gegenstande reflektirten Lichtstrahlen[15]).

Zwischen den extremen Graden der quantitativen Intensität[16]), die oben — weil sie farblos sind, d. h. von der Farbenerscheinung überhaupt abstrahiren — als „abstrakt" bezeichnet wurden, liegen nun die Farben in der Mitte. Zwar gehört diese Mitte nicht der reinen Intensitätsskala als solcher an,

mag man die Extreme derselben als Weiß und Schwarz fassen oder als Licht und Schatten. Bei der ersteren Fassung nämlich liegen nur die verschiedenen Abstufungen von Grau zwischen den Extremen, bei der zweiten die Abstufungen des Schattens (Halb- bis Kernschatten). Wie ist nun jenes „in der Mitte Liegen" der Farben zwischen den Extremen der reinen Helligkeit und der reinen Dunkelheit, an denen, wie bemerkt, beide Arten von Intensitätsgegensätzen (Schwarz und Weiß sowohl wie Licht und Schatten) participiren, zu denken? Schopenhauer bezeichnet den Unterschied der Empfindung für die Intensität von der für die Qualität der Farben als verschiedenartige „Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina"; ein Ausdruck, der seiner wesentlich quantitativen Bedeutung halber den Vorgang als einen allzu mechanischen vorstellig macht. Indem er nämlich Licht mit „Weiß" und Dunkel mit „Schwarz" identificirt — was, wie gesagt, inkorrekt ist —, behauptet er, daß bei den ersteren Extremen die Retina in voller Thätigkeit, bei den letzteren in völliger Unthätigkeit, bei den dazwischen liegenden Abstufungen von Helldunkel und Grau in entsprechend partieller Thätigkeit sich befinde. Von dieser Art der Thätigkeit sei nun aber diejenige, ebenfalls theilbare Thätigkeit der Retina, welche als Farbenempfindung zur Anschauung gelange, specifisch verschieden; er nennt sie daher, zum Unterschiede von der „intensiven Theilbarkeit" die „qualitative Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina". Es ist dies aber schon deshalb ein ungeschickter Ausdruck, weil „Intensität" und „Qualität" gar keinen Gegensatz bilden; vielmehr handelt es sich in beiden Modifikationsarten um Intensitätsunterschiede, nur sind dieselben einmal quantitativer, das andere Mal qualitativer Art. Ohnehin geht aus seiner Erörterung in keiner Weise hervor, worauf sich, physiologisch gesprochen, dieser Unterschied begründet und wie derselbe, da doch beide Modifikationsweisen der Thätigkeit der Retina sich schließlich auf Nervenschwingungen desselben Organs zurückführen lassen, überhaupt denkbar ist. Nun liegt aber auf der Hand, daß gerade in der Erkenntniß der physiologischen Ursache und Form dieser Differenz die eigentliche Lösung des Geheimnisses der qualitativen Farbenempfindung liegt. Es ist sogar noch die Frage, ob bei der einen oder anderen Thätigkeitsform des Auges blos die Netzhaut und nicht vielleicht noch eine oder mehrere andere Häute mitbetheiligt sind. Der Vorgang

ist vielmehr ein ganz verschiedener, und will ich versuchen, denselben seinem Wesen nach deutlich zu machen.

Zunächst kann darüber wohl kein Zweifel obwalten, daß es sich in beiden Fällen lediglich um Nervenbewegung — mag man diese nun als Schwingung oder als ein innerliches Erzittern denken — handelt; und zwar um eine Nervenbewegung, welche mit der Bewegung des Lichts in direkter Beziehung und Analogie stehen muß, da das Auge ja doch darauf hin organisirt ist, die Lichtschwingungen als Licht-, bezw. Farben-Empfindungen dem Gehirn zu übermitteln: gerade wie die gleich Orgelpfeifen von verschiedener Größe und Stärke aneinander gereihten Gehörnerven auf jene Schwingungsdifferenzen der Luft hin organisirt sind, die wir als verschiedene „Töne" empfinden. Nun ist es aber durch vielfache Untersuchungen als festgestellt zu betrachten, daß das Licht ganz verschiedenartiger Bewegungen fähig ist, d. h. daß die Schwingungen desselben specifisch differenter Natur sind: in solchem Sinne spricht man von „strahlendem", von „zerstreutem", von „reflektirtem", von „gebrochenem" u. s. f. Licht. Dieselben, oder vielmehr ganz analoge Bewegungsdifferenzen müssen nun offenbar auch den Nerven der Netzhaut eigenthümlich sein. Um die Möglichkeit einer solchen gleichzeitigen, einheitlichen und doch differenten Bewegung in der Nerventhätigkeit der Netzhaut durch ein Beispiel zu veranschaulichen, das, weil es einer viel materielleren Sphäre entnommen ist, um so beweiskräftiger sein dürfte, ist an die Erscheinung zu erinnern, welche die Oberfläche eines Wassers darbietet, wenn ein Stein hineingeworfen wird, während zugleich ein Windzug darüber streicht. Die koncentrischen Wellenkreise, die der hineingeworfene Stein hervorbringt, werden durch die Wirkung des Windes keineswegs aufgehoben (und umgekehrt), sondern nur modificirt; jene gehen ruhig weiter und können als regelmäßige Kreise verfolgt werden; aber auch die Bewegung, welche der Wind bewirkt, kann unabhängig von jenen Kreisen für sich beobachtet werden. Auf welche Weise die Molekule des Wassers bei dieser einheitlich kombinirten und doch als different erkennbaren Bewegung materiell betheiligt sind, kommt für uns nicht in Frage. Wenn nun aber schon bei dieser wesentlich stofflichen Bewegung ein solcher Unterschied in der Bewegung selbst möglich ist, wie sollte dem unendlich feineren Elemente des Lichts und in Folge dessen

auch dem auf die Empfindung desselben organisirten Auge die Möglichkeit versagt sein, analoge Differenzen in den Licht-, bezw. Nervenschwingungen zu bethätigen. Nur darf man dabei nicht, wie Schopenhauer, an eine „Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina" denken; vielmehr ist diese Thätigkeit, als zwar different afficirt, doch ebenfalls eine durchaus ungetheilte, weil eine aus differenten Affectionen einheitlich kombinirte. Korrekter als der Ausdruck „Theilbarkeit" wäre daher die Bezeichnung „Schwingungsrichtung"; und in diesem Sinne könnte man sagen, daß die Differenz zwischen der abstrakten Intensitätsskala und der konkreten Farbenskala sich auf eine Differenz in der Richtung der Nervenschwingungen der Netzhaut gründe. Hieraus würde sich auch die Leichtigkeit einer Kombination beider Skalen erklären, nämlich daß die verschiedenen Intensitätsstufen derselben Farbe von dem Auge durchaus als einfache, in sich identische Farbenerscheinungen empfunden werden, während die Vorstellung einer verschiedenen „Theilbarkeit" eigentlich einen Widerspruch enthält, indem, wenn die Thätigkeit auf eine Art „getheilt" wird, eine gleichzeitige, anderartige „Theilung" derselben nicht gut denkbar ist. Nimmt man den Ausdruck „Theilbarkeit" also beim Worte, so würde dadurch eine Kombination der beiden Skalen nicht möglich sein.

Die Einheitlichkeit und Einfachheit der Farbenempfindungen als kombinirter Nervenschwingungen differenter Richtung ist nun aber für das aus praktischer Erfahrung abstrahirte, also recht eigentlich auf exakte Beobachtung sich gründende Princip der komplementären Farbenerscheinungen eine unbedingt nothwendige Voraussetzung. Ehe ich zur Betrachtung dieses Princips, das mit seinen Konsequenzen die Grundlage für die Gesetze der Farbenharmonie bildet, übergehe, muß ich zuvor eine allgemeine Vorbemerkung über die Unterschiede der Farben, hinsichtlich ihres qualitativen Werthes vorausschicken, d. h. erklären, was unter „Urfarben", „Grundfarben", „Mischfarben (erster, zweiter und ꝛc. Ordnung)" zu verstehen sei. Diese Ausdrücke sind nämlich keineswegs willkürliche Bezeichnungen, sondern gründen sich auf die Natur der Farbe selbst. Unter „Urfarben" verstehe ich nämlich nur solche Farben, welche durchaus ursprünglichen Wesens sind, d. h. durch keine Mischung irgend welcher andrer Farben entstehen und erzeugt werden können. Solcher Urfarben aber giebt es bekanntlich nur drei, nämlich reines Roth,

reines Gelb und reines Blau[17]). Werden von diesen Urfarben nun je zwei zu verhältnißmäßig (nämlich im Verhältniß ihrer an sich differenten Intensität[18]) gleichen Theilen gemischt, so entsteht jedesmal die entsprechende Komplementärfarbe der dritten, bei der Mischung unbetheiligten Urfarbe: so giebt „Blau" und „Gelb" gemischt Grün d. h. das Komplement zu Roth, „Blau" und „Roth" gemischt Violett d. h. das Komplement zu Gelb, „Roth" und „Gelb" gemischt Orange d. h. das Komplement zu Blau.

Diese 6 Farben, d. h. die Urfarben mit ihren Komplementen, nenne ich nun „Grundfarben"; diese sind es, welche die Newton'sche Theorie, zu Gunsten der Analogie der sieben Töne einer Oktave, um eine (nämlich außer Blau noch Indigo!) vermehrt hat, um die sieben prismatischen oder Regenbogenfarben darzustellen, wovon später. Wenn übrigens hier von einer „Mischung" zweier Urfarben behufs der Erzeugung des Komplements zur dritten Urfarbe die Rede ist, so darf dieser Ausdruck nicht im blos stofflichen Sinne verstanden werden, sondern das Resultat ist zunächst ein rein physiologisches; d. h. wenn dieselbe Stelle der Netzhaut zugleich von zwei differenten Farbenerscheinungen getroffen wird — etwa durch Uebereinanderlegen zweier transparenten verschiedenfarbigen Gläser — so entsteht die entsprechende gemischte Farbenempfindung; so giebt ein blaues Glas mit einem gelben Glase kombinirt Grün, ein blaues mit einem rothen Violett, ein rothes mit einem gelben Orange. Zwischen diesen 6 Grundfarben, die auch als „einfache" bezeichnet werden können, sofern sie eine feste in sich abgeschlossene Skala bilden, liegen nun die eigentlichen Mischfarben, welche, wenn sie aus einer Kombinirung zweier aneinandergrenzenden reinen Grundfarben, zu verhältnißmäßig gleichen Theilen gemischt, entspringen, „Mischfarben erster Ordnung" oder primäre Mischfarben heißen; geht die Mischung weiter, d h. wird eine reine Grundfarbe mit einer daran grenzenden primären Mischfarbe kombinirt, so entsteht eine sekundäre Mischfarbe oder „Mischfarbe zweiter Ordnung"; aus der Mischung einer Grundfarbe mit der ihr angrenzenden sekundären Mischfarbe oder auch aus der Mischung einer primären mit einer sekundären Mischfarbe entsteht eine tertiäre Mischfarbe ꝛc. quartäre, quintäre u. s. f. Zur deutlicheren Veranschaulichung dieses Verhältnisses der verschiedenen Farben zu einander mögen die beigegebenen Figuren 1 und 2 dienen,

welche, trotz ihrer Einfachheit bereits die wesentlichsten Elemente des auf das Princip der komplementären Farbenerscheinungen sich gründenden Gesetzes der Farbenharmonie enthalten, soweit dies durch die bloße farblose Zeichnung darzustellen möglich ist.

Zuvor ist jedoch noch eine Zwischenbemerkung über die Kreisform zu machen, welche in diesen wie in den andern Figuren (mit Ausnahme von Fig. 12) für die Darstellung der Farben gewählt werden mußte. Da sowohl im prismatischen Spektrum wie im Regenbogen die Farbenstreifen eine parallele Reihenfolge mit geradlinigem Durchschnitt bilden, so scheint die kreisförmige Anordnung zunächst willkürlich und nur etwa zu Gunsten der Theorie erfunden zu sein; sie bedarf also nicht nur der Rechtfertigung überhaupt, sondern ist auch, und zwar auf Grund der Natur der Farben selbst, als nothwendig nachzuweisen. Im prismatischen Spektrum beginnt die Reihe der Farben bekanntlich mit Roth, dann folgen: Orange, Gelb, Grün, Blau, und endlich Violett[19]). Nun liegt aber auf der Hand, daß, wie „Orange" der Uebergang von Roth zu Gelb, und „Grün" der Uebergang von Gelb zu Blau, ebenso „Violett" den Uebergang von Blau zu Roth bildet, d. h. daß auf Violett, ebenso wie auf Grün das Blau und auf Roth das Orange, nothwendig wieder das Roth folgen muß, um es als Uebergang von diesem zu Blau zu kennzeichnen; d. h. Roth müßte nicht nur den Anfang, sondern auch das Ende der ganzen Reihe bilden, welche so in sich wieder zurückkehren würde. Eine Linie aber, die in ihren Anfangspunkt zurückkehrt, ist nicht anders als krumm und, soll sie als regelmäßig vorgestellt werden, nicht anders als kreisförmig zu denken. Ferner, wenn man die vervollständigte Reihe:

Roth — Orange — Gelb — Grün — Blau — Violett — Roth

worin die Urfarben durch gesperrten Druck hervorgehoben sind, hinsichtlich deren Stellung betrachtet, so erkennt man, da zwischen je zweien immer eine Uebergangsfarbe liegt, daß sie in gleichen Abständen von einander sich befinden. Stellt man sich also die Reihe als Kreis vor, in dessen Peripherie die Farben einzutragen wären so müssen die drei Urfarben an drei Punkten zu stehen kommen, die die Spitzen eines gleichseitigen Dreiecks bilden, um die gleichen Abstände zu markiren. Naturgemäß bilden dann die zwischen ihnen liegenden Uebergangsfarben ebenfalls ein gleich-

seitiges Dreieck, nur in umgekehrter Stellung (s. Fig. 2), alle 6 Grundfarben zusammen aber ein regelmäßiges Sechseck. Es ergiebt sich hieraus (wie aus andern, später zu erörternden Gründen), daß die Kreisform die einzige, die Natur der Farben entsprechende Darstellungsform des Farbensystems ist. Was nun die Erklärung der Figuren betrifft, so bezeichne ich der Kürze halber, mit Beziehung auf Fig. 2, die 6 Grundfarben mit den Buchstaben R (Roth), O (Orange), G (Gelb), N (Grün), B (Blau) und V (Violett), deren Kombinationen die Mischfarben darstellen; so bedeutet z. B. vrv die aus Violett und Rothviolett entstehende sekundäre Mischfarbe Violett-Roth-Violett ꝛc. Fig. 1 dürfte an sich klar sein: die an den Spitzen des in den Kreis gezeichneten gleichseitigen Dreiecks stehenden Farben sind die drei Urfarben; zwischen ihnen liegen die andern drei Grundfarben, welche mit ihren entsprechenden Komplementen, da diese zu jenen die Gegensätze bilden, durch Kreisdurchmesser verbunden sind. In jeder Grundfarbe mit ihrem Komplement ist nämlich immer der ganze Farbenkreis enthalten, d. h. es sind darin nicht nur die sämmtlichen sechs Grundfarben, sondern auch alle zwischen ihnen liegenden Nüancen vertreten. Es geht dies schon aus der Thatsache hervor, daß jede beliebige Farbe, mit ihrem Komplement gemischt, sich zur Farblosigkeit, d. h. entweder zu Schwarz oder in gewissen Fällen zu Weiß aufhebt.

In Fig. 3, welche die konkrete Durchführung der in den ersten beiden Figuren veranschaulichten verschiedenen Verhältnisse zwischen den Farben darstellt, und welche in ihrer Eintheilung mit Fig. 9 der der zweiten Abtheilung beizugebenden Farbentafel übereinstimmt, sind — der bequemeren Uebersicht halber — die Bezeichnungen der Zonen, der beiden Intensitätsdurchmesser sowie der Maximal- und Minimalpunkte der Helligkeits-, und Wärmeintensität, deren Erklärung erst später erfolgen kann, fortgelassen, um an einem Beispiel (Violett) 3 Helligkeitsstufen, zunächst der sechs Grundfarben, sodann an einem anderem Beispiel (Rothviolett) 2 Abstufungen der dazwischen liegenden primären Mischfarben durch entsprechende Schraffirungen zu veranschaulichen. Selbstverständlich hätten statt 3, resp. 2 Abstufungen, durch Vermehrung der Zonen, deren eine beliebig größere Zahl, ebenso zu der einen Klasse Mischfarben, nach die der sekundären, tertiären ꝛc. hinzugefügt werden können. Für die Orientirung des Lesers dürfte aber das Gegebene völlig hinreichen, da alle weitere Ausführung

lediglich die nothwendige Konsequenz desselben wäre und den Ueberblick nur erschweren könnte. Einer weiteren Erklärung bedarf diese Figur ebensowenig wie die erste: sie ist das abstrakte, nämlich von den Farben als solchen abstrahirende Abbild des großen Farbenkreises, giebt daher auch nur die Nüancirungsunterschiede, keineswegs aber die Unterschiede, sei es der Helligkeits- sei es der Wärmeintensität der Farben an sich, in ihrem Verhältniß zu einander wieder. In dem äußeren Umkreis geht die lichte Nüancirung (in den Spitzen) zu Weiß, im Centrum des Kreises die dunkle Nüancirung zu Schwarz über.

Der Ausdruck „Komplement" (von complere, ausfüllen) bedeutet wörtlich die Ausfüllfarbe, d. h. eine Farbe, welche, zu einer andern, ihr entgegengesetzten hinzugesetzt, den ganzen Farbenkreis ausfüllt; sie ist daher genau genommen, d. h. im Verhältniß zu ihrem komplementären Gegensatz, Ergänzungsfarbe. Dies läßt sich auch mathematisch beweisen. RBG repräsentiren den ganzen Farbenkreis, da alle andern Farben durch Mischung dieser drei Urfarben entstehen. Insofern nun aber das Komplement zu einer Urfarbe schon aus der Mischung der andern beiden besteht, also beide in sich enthält, so ist der ganze Farbenkreis auch bereits durch je eine Urfarbe mit ihrem Komplement repräsentirt und in diesen vollständig enthalten. Daß dies Gesetz aber ein ganz allgemeines ist, d. h. auf jedes beliebige „Farbenpaar" — wie je zwei einander ergänzende Farben zu bezeichnen sind — Anwendung findet, ergiebt sich aus folgender Erwägung: In Fig. 2 sind z. B. die beiden sekundären Mischfarben ggn — vrv als komplementäres Farbenpaar verzeichnet. Löst man diese Farben in ihre Urbestandtheile auf, so ergiebt sich, da N = gb und V = rb ist, die Formel gggb + rbrrb = 3g + 3r + 3b = 3 (G + R + B) d. h. Gelb, Roth und Blau sind je drei Mal zu verhältnißmäßig gleichen Theilen in jenem komplementären Gegensatz ggn + vrv enthalten. Ob nun aber der Farbenkreis, der ja durch RGB repräsentirt wird, ein- oder mehrere Mal durchlaufen wird — vorausgesetzt, daß dabei weder eine Farbe übergangen noch eine ausgelassen wird — ist selbstverständlich ganz indifferent.

Es wurde oben bemerkt, daß Schwarz das Resultat der Mischung aller Farben sei. Hier sind drei Fälle möglich: 1. Mischung aller 6 Grundfarben; 2. Mischung der drei Urfarben, 3. Mischung einer beliebigen Urfarbe mit ihrem Komplement,

also a. Roth mit Grün, b. Gelb mit Violett, c. Blau mit Orange. In allen diesen Fällen wird das Resultat immer dasselbe, nämlich Schwarz, sein. Dies wird später — in der zweiten Abtheilung dieser Untersuchung — näher erläutert und durch entsprechende Figuren der Farbentafel veranschaulicht werden. Von der Entstehung des Weiß aus denselben Farbenkombinationen kann ebenfalls erst später die Rede sein.

Nach dieser orientirenden Erläuterung über die komplementären Beziehungen der Ur-, Grund- und Mischfarben zu einander können wir nun das Phänomen der Komplementarität selbst, in der physiologischen Bedeutung des Worts, in näheren Betracht ziehen. Physikalisch nämlich läßt sich diese Erscheinung weder auf Grund der Newton'schen noch der Goethe'schen Farbentheorie anders als durch eine Hypothese erklären, weil das Wesen der objektiven Farbenerscheinung als solcher — das Kantische „Ding an sich" derselben — unerkennbar ist und nur durch einen Rückschluß von der Wirkung auf die Ursache, d. h. von der Farbenempfindung auf die Erscheinung, erklärt werden kann. Das wahre Objekt aller Farbentheorie ist daher, wie schon bemerkt, zunächst nicht die Erscheinung, d. h. die physikalische Farbe, sondern die Farbenempfindung oder die physiologische Farbe. Hat man das Wesen dieser erkannt, dann mag man durch Analogie, also nur mit Wahrscheinlichkeitsgründen, auf das Wesen der Erscheinung zurückschließen. Alle objektiven Daten der auf Grund der Newton'schen Theorie angestellten Berechnungen über die angebliche Länge und Zeitdauer der verschiedenen Aetherschwingungen, welche die Verschiedenheit der farbigen Lichtstrahlen erklären sollen, sind thatsächlich nichts weiter als aus der Luft gegriffene Hypothesen, die nur durch die überkolossale Größe ihrer Zahlen in Erstaunen setzen. Ich weiß nicht, ob die Herren Physiker selbst daran glauben, wenn sie ganz ernsthaft in ihren Lehrbüchern für das Roth die Menge der Aether-Schwingungen in der Sekunde durch die Zahl 481 000 000 000 000 (481 Billionen!), für das Violett sogar durch 764 Billionen bestimmen, und wenn sie, unter der willkürlichen Annahme, daß sich alle farbigen Lichtstrahlen mit gleicher Geschwindigkeit, wie das einfache Licht selbst, nämlich 42 000 Meilen in der Sekunde, bewegen, daraus folgern, daß die rothe Lichtwelle noch nicht den fünfzigtausendsten Theil, die violette nur den hunderttausendsten Theil eines Zolles (!) lang

sei. Dem Laien, der solche Berechnungen nicht zu prüfen, d. h. die hypothetische Grundlage, auf welcher sie aufgebaut sind, ihrem wissenschaftlichem Werth nach nicht zu beurtheilen vermag, imponirt natürlich schon die Ungeheuerlichkeit der Zahlenwerthe; ohnehin kommt er schon aus dem Grunde nicht zu einem Zweifel an deren Richtigkeit, weil er sich daran erinnert, mit welcher Zuverlässigkeit die Astronomen das Eintreffen der Sonnen- und Mondfinsternisse, ja sogar von Kometen, auf Grund von scheinbar ganz ähnlichen Berechnnngen, vorauszubestimmen vermögen,[20]) und daher nicht einmal zu vermuthen wagt, daß jene Berechnungen keinen andern Werth als den einer mathematischen Spielerei haben.[21])

Lassen wir indeß diese der echten Wissenschaft wenig würdigen mathematischen Kunststückchen der Herren Physiker bei Seite, um das Phänomen der Komplementarität, um das es sich bei der Frage nach einem „Gesetz der Farbenharmonie" in erster Linie handelt, ins Auge zu fassen, so ist zunächst daran anzuknüpfen, was oben über die verschiedenartige Affection der Netzhaut gesagt wurde. Findet zwischen der Natur der Lichtbewegungen und der Natur der Nervenschwingungen der Netzhaut eine bestimmte Analogie statt — und dies dürfte schon daraus zu schließen sein, daß, wie bemerkt, das Auge auf das Licht (wie das Ohr auf den Ton) als auf sein specifisches Perceptionsobjekt organisirt ist —, so folgt, daß allen Lichterscheinungen — mögen diese in Aetherschwingungen oder sonst worin ihren Grund haben — analoge Vorgänge in der Nerventhätigkeit der Netzhaut entsprechen müssen. Ja, man kann das Verhältniß zwischen beiden Seiten — zwischen der objektiven Lichterscheinung und der subjektiven Lichtempfindung —, die im Grunde dieselbe Sache, nur eben von zwei Gesichtspunkten betrachtet, bezeichnen, noch allgemeiner fassen. Es ist mit einer fast an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die gesammte Erscheinungswelt eine wesentlich einheitliche ist, d. h. daß sie von uns nur deshalb verschieden, nämlich als Duft, Form, Ton, Farbe, Licht, Wärme, Elektrizität u. s. f. percipirt wird, weil unsere Organe specifisch auf die differenten Thätigkeitsformen der einheitlichen Substanz durch ihre Konstruction bezogen sind.[22]) Daraus folgt aber zugleich mit Nothwendigkeit, daß, weil eben jedes Sinnesorgan specifisch auf eine oder mehrere von diesen verschiedenen Thätigkeitsformen

organisirt ist, zwischen der letzteren und jener Organisation eine konstante Analogie herrschen muß.

Auf das Sehen angewendet, ist also zu behaupten, daß das Auge in seiner Thätigkeit durchaus und bis in die minutiösesten Details hinein derjenigen Thätigkeitsform der Substanz entspricht, welche wir als „Licht", bezw. als „Farbe" empfinden. Was nun die „Farben" betrifft, die nichts weiter als besondere Modifikationen des Lichts sind, gleichviel ob sie aus Brechung desselben oder sonst wie entspringen, so könnte das Auge dieselben als Farben nicht percipiren, wenn nicht die Nerventhätigkeit der Netzhaut als solche eine der Modifikationsfähigkeit des Lichts analoge Modifikationsfähigkeit besäße, oder wenn nicht der ganze Farbenkreis sozusagen korrelativ im Auge selbst enthalten wäre.[23]) Hieraus, aber auch nur hieraus allein, erklärt sich auch die Entstehung des komplementären Spektrums. Denn nur, wenn der ganze Farbenkreis — im Sinne der totalen Perceptionsfähigkeit — latent im Auge enthalten ist, kann eine roth gesehene Farbe, sobald ihre Wirkung auf die Netzhaut aufhört, sich in Grün verwandeln, weil der durch die specifische Empfindung des Rothen gestörte latente Farbenkreis sich durch die gleichsam spontane Erzeugung des Korrelats, d. h. des Komplements zu Roth, wieder herzustellen bestrebt ist, um dadurch den neutralen Zustand der totalen Perceptionsfähigkeit wieder zu gewinnen. Es findet also dabei im Auge dieselbe Ergänzung (Komplettirung) des Farbenkreises als latenter d. h. negativer Einheit statt, wie man sie in positiver Form bei der Rückbrechung der prismatischen Farben in's reine Licht bemerkt; nur daß, weil im Auge diese Komplettirung zur Ruhe des Organs führt, hier das Resultat = 0 ist; d. h. wenn das aus der Betrachtung des Rothen entstandene grüne Spektrum nach allmälig erfolgtem Ausgleich zwischen den beiden Gegensätzen verschwunden ist, sieht das Auge weder Roth noch Grün, sondern Nichts, oder es erhält vielmehr die Empfänglichkeit für die besondere Farbe der Fläche, auf der das grüne Spektrum erschien, zurück. Selbstverständlich kann dies Experiment — auf Grund des oben gefundenen Gesetzes — auch mit jedem andern Farbenpaar angestellt werden, und zwar nicht nur in Bezug auf die Qualität, sondern auch auf die Intensität der Farben, weil auch hier der Kontrast auf Ausgleichung drängt. Beispielsweise führe ich folgende Paare an, wobei zu bemerken,

daß, weil die komplementären Gegensätze sich gegenseitig bedingen, d. h. Grün nicht nur das Komplement von Roth, sondern dieses auch das Komplement von jenem ist, überall auch die Umkehrung stattfindet: $hR + dN^{24}$), $dR + hN$, $hB + dO$, $dB + hO$, $hG + dV$, $dG + hV$, $hRV + dGN$, $dRV + hGN$ u. s. f. Indem nun nicht nur die Mischfarben zweiter, dritter u. s. f. Ordnung, sondern auch die verschiedenen Abstufungen von licht und schattig in die Kombinationsreihen hineingezogen werden, entwickelt sich eine unendliche Reihe von komplementären Farbengegensätzen, die stets fest bestimmte Farbenpaare bilden, d. h. immer den ganzen Farbenkreis enthalten. — Hiermit haben wir ein weiteres wesentliches Element für das Gesetz der Farbenharmonie gefunden.

Bisher erscheint das ganze durch den Farbenkreis repräsentirte System der Farben in ihrer Beziehung zu einander — und zwar sowohl hinsichtlich der Qualität- (Roth, Grün, Blau, Gelb u. s. f.), wie der Intensitäts- (Rosa — Schwarzroth, beleuchtetes — schattiges Roth) Differenzen — ziemlich einfach und von gleichsam mathematisch genauer Bestimmbarkeit. Nunmehr ist aber ein Element zu berücksichtigen, welches diese Einfachheit wesentlich modificirt, nämlich die Verschiedenheit der Urfarben, und folglich auch der andern Grund- sowie der Mischfarben hinsichtlich ihrer Intensität an sich; oder — um zunächst bei den Urfarben zu bleiben — Roth, Gelb, Blau (alle drei als vollkommen rein vorausgesetzt) besitzen jedes an sich eine graduell verschiedene Wirkungsintensität auf das Auge. Wenn daher oben unter „Intensität" schlechthin nur der allgemeine Gradunterschied von „Hell" und „Dunkel" verstanden wurde, so ist nunmehr zu bemerken, daß, weil offenbar in diesem Sinne Gelb die hellste, Blau die dunkelste der drei Urfarben repräsentirt, während Roth zwischen beiden die Mitte hält, in diesem Sinne Gelb auch die größte, Blau dagegen die geringste Intensität an sich besitzen muß. Im Unterschied von der quantitativen Intensitätsskala, an welcher sowohl der Gegensatz der Nüancirung wie der der Schattirung theilnimmt, ist diese Art der Intensität als die qualitative zu bezeichnen, und zwar umfaßt sie, wie wir sehen werden, ebenfalls zwei besondere Arten von Gegensätzen, nämlich außer dem zwischen Helligkeit und Dunkelheit auch den zwischen Wärme und Kälte. Betrachten wir zunächst die erstere Art.

Daß Gelb die „hellste", Blau die „dunkelste" der drei Urfarben ist, bedeutet nichts Anderes, als daß von ihnen Gelb dem reinen Licht, Blau der reinen Finsterniß am nächsten kommt. Hieraus folgt erstens, daß diese beiden Farben unter den drei Urfarben den stärksten Kontrast zu einander bilden; sodann, daß ihre Komplemente Violett und Orange umgekehrt ebenfalls einen, wenn auch nicht so starken Kontrast bilden; einen nicht so starken, weil in ihnen beiden Roth enthalten ist, das einerseits weniger intensiv als Gelb, andrerseits intensiver als Blau ist. Man sollte nun denken, daß — wie Orange durch das in ihm enthaltene, gegen das hellere Gelb gehalten, dunklere Roth verdunkelt wird — so andrerseits Violett, durch das ebenfalls in ihm enthaltene, gegen das dunklere Blau gehalten, hellere Roth erhellt werden müßte. Dies ist aber keineswegs der Fall; sondern Violett ist, wie schon daraus hervorgeht, daß es den komplementären Gegensatz gegen die hellste Farbe, Gelb, bildet, die allerdunkelste Farbe. Der Grund hiervon liegt darin, daß die bei jeder Mischung — und Orange und Violett sind nebst Grün, gegen die drei Urfarben gehalten, Mischfarben — stattfindende Trübung[25]) zugleich eine Verdunkelung eintritt, weshalb die stärkste Verdunkelung, d. h. völliges Schwarz, dann hervorgebracht wird, wenn die Mischung den ganzen Farbenkreis enthält, also wenn Roth, Blau und Gelb, die doch jedes heller sind, oder auch, wenn je zwei Komplementärfarben: Roth und Grün, Blau und Orange, Gelb und Violett, zu verhältnißmäßig gleichen Theilen gemischt werden. —

Von dieser „Trübung" — einem Element der Farbenwirkung, dessen Geltendmachung wir Goethe verdanken — wird sogleich die Rede sein. Gegenüber dem zwischen Gelb und Blau herrschenden Kontrast — ich sage „Kontrast", nicht Gegensatz, denn dieser findet nur zwischen Komplementen, d. h. zwischen Gelb und Violett einerseits und zwischen Blau und Orange andrerseits statt — nimmt nun Roth eine mittlere Stellung ein, d. h. es steht seinerseits weder zu Gelb noch zu Blau in einem Kontrast, sondern ist darüber erhaben, gleichsam als der autonome Herrscher im Bereich des gesammten Farbenkreises. Als solcher verdient es den Namen „Urfarbe" im eminenten Sinne: es ist die Farbe par excellence. Dies ist auch der Grund, weshalb Grün, das Komplement zu Roth, nicht nur die reinste und intensivste unter allen drei komplementären

Grundfarben ist, weil es den Kontrast zwischen Gelb und Blau vollkommen aufhebt, sondern daß es auch, als Gegensatz zu dem „brennenden", d. h. das Auge als Farbe am stärksten afficirenden Roth, zugleich die mildeste, wohlthuendste Wirkung auf die Sehnerven ausübt.

Während daher weder Violett noch Orange, weil sie keine Mischung kontrastirender Farben enthalten, den in ihnen vorhandenen Antheil des Roth verbergen können, ist im Grün, eben der völligen Aufhebung des Kontrastes zwischen Gelb und Blau wegen, weder von jenem noch von diesem etwas zu spüren; vorausgesetzt natürlich, daß es ganz rein ist, d. h. daß darin Gelb und Blau zu verhältnißmäßig gleichen Theilen gemischt sind. Ferner folgt daraus, daß Roth und Grün den Farbenkreis am intensivsten und daher in der Wirkung auf das Auge am energischsten vertreten. Kein andrer komplementärer Gegensatz, weder der von Gelb und Violett, noch der von Blau und Orange — geschweige denn die Komplemente im Bereich der Mischfarben — bringt die mächtige und zugleich so vollkommen befriedigende Farbenempfindung hervor als Roth und Grün.[26]) —

Neben der hier betrachteten Art der qualitativen Intensität kommt nun zweitens, wie oben bemerkt, noch eine andere Art der Intensität in Betracht, welche ich als den Unterschied zwischen Wärme und Kälte der Farben bezeichnete. Diese Betrachtung ist von um so größerer Wichtigkeit, als damit das Eingangs der Einleitung erwähnte, bis jetzt unberücksichtigt gebliebene Element zur Sprache kommt, welches allein sicheren Aufschluß über die Entstehung der Farben zu geben vermag; es ist dies, mit einem Worte: das differente Verhältniß, in welchem die Farben an sich hinsichtlich ihrer qualitativen Helligkeits- und Wärmeintensität zu einander stehen. Zwar ist schon früher von „warmen" und „kalten" Farben gesprochen worden, und in der Malerei sind dies ja ganz bekannte Ausdrücke; allein man hat diese Eigenschaften bisher immer nur als beiläufige und nicht wesentliche Zugabe zu den allein in Betracht zu ziehenden Unterschieden der Helligkeitsintensität angesehen. Nun werden wir aber sehen, daß die Wärmeintensität nicht nur denselben Rang in der differenten Qualität der Farben einnimmt wie die Helligkeitsintensität, sondern daß sie im eminenten Sinne die

Grundbedingung für die Entstehung der Farben überhaupt ist, d. h. daß ohne sie, durch Beschränkung auf die bloße Helligkeitsintensitäts-Skala, nur eine Stufenleiter zwischen Weiß und Schwarz, aber keine Farbenunterschiede existiren könnten.

Der Unterschied zwischen dem Gegensatz der „warmen" und „kalten" Farben und dem der „hellen" nnd „dunkeln" Farben spricht sich schon hierin aus, daß der erstere wesentlich die Seite des subjektiven Wohlgefallens in der Farbenempfindung ausdrückt, während der letztere mehr die Seite der bloßen Qualität, also etwas Objektives, in der Farbenempfindung bezeichnet. Allerdings herrscht — auch für die Empfindung — eine sehr innige Verwandtschaft zwischen Licht und Wärme, wie andrerseits zwischen Finsterniß und Kälte, da das Licht ja auch Quelle der Wärme ist, wenngleich diese es nur in sekundärer Weise begleitet. Da nun die Wärme ebenso durch ein der freien Bewegung des Lichts sich entgegenstellendes Medium entsteht wie die Farbe selbst, so ist die Uebertragung der Wärmeempfindung auf die Farbenempfindung durchaus naturgemäß. Wenn es aber hiernach den Anschein hat, als ob der Unterschied zwischen warmen und kalten Farben nicht, wie der zwischen hellen und dunkeln, objektiver Natur sei, sondern gleichsam nur durch symbolische Uebertragung des letzteren auf die Empfindungssphäre entstanden sei, d. h. blos subjektive Bedeutung habe, so widerspricht dem der Umstand, daß die Helligkeitsskala keineswegs mit der Wärmeskala identisch ist, sondern daß die beiden Skalen auseinanderfallen: Gelb z. B. ist zwar die hellste, aber keineswegs schon die wärmste Farbe, sondern dies ist Orange; ebenso ist Violett zwar die dunkelste, aber nicht schon die kälteste Farbe, sondern Blau. Aber es giebt auch einen andern Beweis für den objektiven Wärmeunterschied der Farben, nämlich die Thatsache, daß die prismatischen Farben verschiedene Wärmegrade, in der materiellen Bedeutung des Worts, zeigen. —

Wie verhalten sich nun diese beiden Skalen zu einander, und läßt sich ihr gegenseitiges Verhalten in ein festes, mit mathematischer Genauigkeit zu bestimmendes System bringen? — Hierin liegt das eigentliche Problem, dessen Lösung bisher vergeblich versucht worden ist; einmal, weil man sich eben immer wesentlich auf die Unterschiede der Helligkeitsintensität beschränkt hat, sodann, weil man (auch Goethe und

Schopenhauer) diese Helligkeitsintensität selber falsch auffaßte, indem man den Gegensatz zwischen Licht und Finsterniß, worauf sie beruht, irrthümlich mit dem zwischen Weiß und Schwarz identificirte, als ob eine Mischung, z. B. des Roth mit Weiß, dasselbe Resultat hätte, als wenn reines Roth nur stärker beleuchtet wird. Dieser Irrthum aber stammte bei Goethe, der im Uebrigen instinktiv den richtigen Punkt herausfühlte, von welchem aus das Problem anzugreifen war, offenbar daraus, daß er die Farbe — was übrigens ganz richtig ist — als „ein Schattiges" (σκιερόν) definirte, woraus er den Rückschluß ziehen zu müssen glaubte, daß „das Trübende", durch welches das Licht zum „Schattigen" wird, nur eine Vermittlung des absoluten Lichts mit der absoluten Finsterniß bewirke, zwischen denen er (ebenfalls irrthümlich) einen „polarischen Gegensatz" statuirte. Sein genialer Gedanke, daß durch diese Vermittlung des Trübenden das absolute Weiß der Sonne sich zu Gelb, das absolute Schwarz des Himmels zu Blau färbe, oder, wie er sich ausdrückt, daß Gelb „getrübtes Licht", Blau „getrübte Finsterniß" sei — das sogenannte „Urphänomen" — mußte durch jenen Grundirrthum unfruchtbar bleiben; auch Schopenhauer, so viel er zur Aufklärung der Sache beitrug, befindet sich im Irrthum, wenn er das Problem wirklich gelöst zu haben vermeinte, da er, obschon die Unrichtigkeit des Ausdrucks „polarischer Gegensatz" in der Anwendung auf den Unterschied von Licht und Finsterniß erkennend, doch an der ebenso unrichtigen Identificirung dieses Gegensatzes mit dem von Weiß und Schwarz festhielt. „Polarisch" ist nämlich der Gegensatz von Licht und Finsterniß deshalb nicht, weil letztere nur die einfache Negation, d. h. die bloße Abwesenheit des Lichts oder sein Nullpunkt ist, während zwischen polarisch Entgegengesetzten der Nullpunkt, in welchem sie sich neutralisiren, zwischen ihnen in der Mitte liegt. Uebrigens fällt auch Schopenhauer trotz seines Protestes gegen Goethe in dieselbe schiefe Vorstellung einer Polarität zwischen Licht und Finsterniß zurück, wenn er sogar von einer „Vermählung" beider spricht. Positive und negative Electricität, der Nord- und Südpol des Magneten u. s. f., ebenso die komplementären Farben bilden echte polarische Gegensätze, aber nicht Licht und Finsterniß. — Kehren wir nach dieser nothwendigen Zwischenbemerkung zu der oben aufgeworfenen Frage über die Differenz der Helligkeits- und Wärme-

intensität zurück, unter der ausdrücklichen Verwahrung, daß, wenn im Folgenden von Licht und Finsterniß als entgegengesetzten Elementen, zwischen denen sogar ein Ausgleich stattfinden könne, die Rede ist, dies immer nur so zuverstehen ist, daß es sich dabei lediglich um eine Stufenleiter zwischen 1 und 0, aber nicht zwischen $+1$ und -1 handelt, d. h. daß der Ausgleich zwischen Licht und Finsterniß nicht 0, sondern $^1/_2$ ist.

Demgemäß ist zunächst zu bemerken, daß in der Stufenleiter der Farben, von der hellsten (Gelb) an, die Helligkeitsintensität bis zu einem Punkte stetig abnimmt, den man als $^1/_2$, d. h. als Ausgleich zwischen Licht und Finsterniß bezeichnen kann. Dieser Punkt muß in der Reihenfolge Gelb, Orange, Roth, Violett, zwischen Orange und Roth in der Mitte, d. h. am Ende eines Durchmessers liegen, der den Durchmesser Gelb-Violett, welche als komplementäre Extreme einen polaren Gegensatz bilden, rechtwinklig schneidet: dies ist Rothorange; in der Reihenfolge Gelb, Grün, Blau, Violett wird er zwischen Grün und Blau, d. h. in Blaugrün fallen, welches (s. Fig. 2) am andern Ende jenes Durchmessers liegt, der also als „Durchmesser der Helligkeitsintensität" zu bezeichnen ist. Unter diesem Gesichtspunkt kann man die Reihenfolge von ro bis bn mit dem Maximum der Helligkeit (Gelb), die „positive", die Reihenfolge von ro bis bn mit dem Minimum der Helligkeit (Violett), die „negative" Seite des Farbenkreises nennen.

Nehmen wir dagegen den Wärmeunterschied als Kriterium für eine Vergleichung der Farben, so erhalten wir nur eine analoge, aber nicht identische Halbirung des Kreises in eine positive und eine negative Seite. Denn da nicht, wie vorhin, Gelb und Violett, sondern nunmehr Orange und Blau als Maximum und Minimum der Wärmeintensität fungiren, so fällt auch der betreffende Begrenzungsdurchmesser, weil er ebenfalls rechtwinklig auf ob (wie der erstere auf gv) stehen muß, anders, nämlich nach rv — gn; woraus folgt, daß auch die Bezeichnungen „positiv" und „negativ" hier für wesentlich andere Reihen von Farben gelten müssen, nämlich auf der positiven Seite für Gelb, Orange und Roth (nebst den zwischen ihnen liegenden Mischfarben), mit dem Maximum Orange, auf der negativen für Violett, Blau und Grün (nebst den Mischfarben) mit dem Minimum Blau. Da nun die beiden Begrenzungsdurchmesser (für die Helligkeitsintensität ro — bn, für die Wärmeintensität

rv—gn) ganz auseinanderfallen, so kann auch von einer Identität der beiden Skalen keine Rede sein.[27]) Es ist aber ausdrücklich und wiederholt dabei zu betonen, daß bei dieser Vergleichung die Farben immer als „reine" angenommen sind, und es versteht sich, daß diese Grundverhältnisse sich wesentlich modificiren, sobald der Gegensatz von Hell und Dunkel nicht im Sinne der quantitativen Intensität der Farbe, sondern sei es als Gegensatz der „Nüancirung" (durch Mischung mit Weiß oder Schwarz), sei es als Gegensatz der „Schattirung" (durch stärkere oder schwächere Beleuchtung) gefaßt wird. Roth z. B., das an sich intensiver ist, als sein Komplement Grün, wird durch Abtönung zu Rosa zwar heller als reines Grün erscheinen, aber zugleich auch kälter. Ferner sind Rosa, Roth und Schwarzroth thatsächlich verschiedene Farben, oder genauer gesprochen: Farbennüancen, wie beispielsweise die Farben der verschiedenen Rosenarten beweisen, während jede dieser lokalfarbenen, d. h. konstanten Nuancen durch stärkere oder schwächere Beleuchtung nur ihren quantitativen Intensitätsgrad ändern, ohne die Farbe in ihrer Qualität zu modificiren. Dennoch haben beide Intensitätsarten, wie schon bemerkt, etwas Verwandtes, insofern sowohl die Nüancirung wie die Schattirung an dem gemeinsamen Gegensatz von Hell und Dunkel theilnehmen, oder: Rosa und lichtes (reines) Roth sind gleicherweise heller, Schwarzroth und schattiges (reines) Roth dunkler als ihre Gegensätze. An der Skala zwischen Wärme und Kälte dagegen nehmen sie, wie oben gezeigt, nicht in gleicher Weise Theil, und diesem Temperaturgegensatz gegenüber können sie daher unter dem gemeinsamen Begriff des Gegensatzes von Hell und Dunkel zusammengefaßt werden; man darf aber dabei keineswegs (wie Schopenhauer) vergessen, daß in diesem Gegensatz immerhin zwei differente Intensitätsskalen enthalten sind.

Was den Ausdruck „konstante" Farbe betrifft, so ist derselbe insofern cum grano salis zu nehmen, als streng genommen die Farbe niemals sich selbst gleich gesehen wird, sondern stets, sei es durch specifische Beleuchtung, sei es durch Reflexwirkung, sei es durch den Einfluß der benachbarten Farben u. s. f. für das Auge — und zwar für jedes Auge, je nach dem Standpunkte des Sehenden — verschieden modificirt erscheint; nur daß wir unbewußt, indem wir z. B. eine Rose roth nennen, um damit ihre konstante Farbe zu bezeichnen, von den Modificationen, die die-

ses Roth durch jene Einflüsse erleidet, abstrahiren, so daß es uns immer als dasselbe Roth erscheint, obschon dieses wesentlich verschieden ist, z. B. wenn die Rose zwischen grünen Blättern oder (wie bei hochstämmigen Rosen) auf dem Hintergrunde des blauen Himmels betrachtet wird. Im ersteren Falle wird es nämlich nicht nur intensiver überhaupt, sondern auch heller erscheinen. „Konstante" Farbe bedeutet also für uns nur diejenige Farbe, welche allen diesen unvermeidlichen Modifikationen zu Grunde liegt, d. h. welche unter denselben Einwirkungen wie Licht, Reflex, Kontrast u. s. f. stets denselben Farbenton zeigt.[28]) Uebrigens ist hierbei von Interesse zu bemerken, daß die Sprachen nur für die eigentlichen Grundfarben in ihrer Reinheit feste Namen besitzen, über die Niemand in Zweifel ist: was „Roth", „Gelb", „Grün", „Blau" u. s. f. sei, weiß Jeder, der nicht farbenblind ist; die specifischen Tönungen derselben dagegen zu Rosa, Lila, Karmin und andrer Nüancen in ihrer Reinheit zu bestimmen, ist schon schwieriger; am schwierigsten, wenn dazu noch die Differenzen der Mischfärbung hinzutreten. — Kehren wir nach dieser Zwischenbemerkung zu der näheren Betrachtung des Unterschiedes zwischen der Helligkeits- und der Wärmeskala zurück.

Hier ist zunächst das auf Erfahrung sich gründende Gesetz zu formuliren, daß beide Intensitätsformen sowie auch die quantitativen der „Nüancirung" und der „Schattirung" an der Komplementarität Theil nehmen, d. h. daß nicht nur eine helle Nüance ein dunkles, sondern auch eine beleuchtete Farbe ein schattiges, endlich ein kalter Ton ein warmes Spektrum und umgekehrt hervorrufen. So wird z. B. nicht nur 1. einem reinen Roth: ein reines Grün, 2. dem Rosa: Dunkelgrün, 3. einem beleuchteten reinen Roth: ein schattiges Grün, sondern auch 4. einer warmen Farbe eine kalte und umgekehrt als Spektrum folgen. (Letzteres ist übrigens selbstverständlich, da dies in der Natur des polarischen Gegensatzes liegt und also mit Nr. 1 zusammenfällt.) Aus diesen Kombinationen entwickelt sich nun eine außerordentlich große Zahl von komplementären Farbentönen, die sämmtlich mit Hilfe des systematischen Farbenkreises hinsichtlich ihrer specifischen Tonwirkung mit mathematischer Genauigkeit zu bestimmen sind.

Wenn man in den Farbenkreis (s. Fig. 2) zwei koncentrische Kreise einzeichnet, welche die Kreisfläche in drei Zonen

von verschiedener Helligkeit theilen, wovon die mittelste Zone die reine Farbe, die äußere die hellste, die innere die dunkelste Nüance enthält, so würde also z. B. das Komplement der sekundären Mischfarbe vrv (Violett-Roth-Violett) in der mittleren Zone ($\alpha\beta$) der mittleren Zone ($\delta\varepsilon$) der secundären Mischfarbe ggn (Gelb-Gelb-Grün), dagegen das Komplement der äußeren Zone, welche an Weiß grenzt, der inneren Zone ($\gamma\delta$), welche im Mittelpunkt γ in Schwarz übergeht, entsprechen. Solcher koncentrischen Kreise, bezw. solcher Zonen hat man sich nun aber unendliche vorzustellen, d. h. der Uebergang vom absoluten Licht zur absoluten Finsterniß, oder, wenn man will, von dem außer der Peripherie des Farbenkreises liegend gedachten Weiß bis zu dem im Mittelpunkt liegend gedachten Schwarz, zwischen welchen Extremen die Nüancen aller Farben liegen, ist ein durchaus kontinuirlicher und deshalb bereits auf jedem Durchmesser die Zahl der komplementären Gegensätze eine unendliche. Rechnet man hierzu noch die ebenso kontinuirlichen, auf der Peripherie des Farbenkreises liegenden Uebergänge von einer Farbe zur andern, so kann man sich von dem Resultat einer Kombinirung dieser zwiefachen Unendlichkeiten kaum noch eine Vorstellung machen. Für den Zweck der Aufstellung eines Gesetzes für harmonische Farbenverbindungen reicht es indessen vollkommen hin, einerseits die Peripherie des Farbenkreises durch Theilung bis einschließlich zu der Fixirung der Mischfarben erster Ordnung, andrerseits durch koncentrische Kreise die Kreisfläche in eine beschränkte Anzahl von Zonen zu zerlegen, weil schon durch die Kombination dieser beiden Elemente eine sehr große Zahl von Farbennüancen sich entwickelt.

Nach diesen orientirenden Vorbemerkungen über die Intensitätsverhältnisse der Farben können wir nun zu der Betrachtung des oben erwähnten Goethe'schen Urphänomens übergehen, wobei ich bemerke, daß die Erklärung des Unterschieds der differenten Wärmeintensität von der differenten Helligkeitsintensität — in Bezug auf ihren wahrscheinlichen (physikalischen) Ursprung — erst weiter unten erfolgen kann.

II.

Das „Schattige" der Farbe, im Verhältniß zum Licht (Goethe's σκιερόν), ist nicht blos physikalisch, sondern auch physiologisch zu betrachten. Das Goethe'sche Urphänomen: „Gelb" als durch Trübung gedämpftes Licht, „Blau" als durch Trübung erhellte

Finsterniß, bilden (nicht einen „polaren" Gegensatz, sondern) einen Kontrast. Schema der Helligkeitsintensitätsskala. Unterschied der Helligkeits- von der Wärmeintensität der Farben, von Goethe und Schopenhauer nicht berücksichtigt. Schema der Wärmeintensität; exceptionelle Stellung des komplementären Gegensatzes „Roth-Grün"; Roth noch einmal als der Herrscher im Farbenreich. Erfahrungsbeweise für die Wahrheit des Urphänomens: Morgen- und Abendröthe, Alpenglühen u. s. f. Die Erwärmung durch die Trübung, ihr Fortgang und ihre Abnahme. Quantitative und qualitative Modifikation des Lichtes durch die Trübung: Schwächung des Lichts und Verlangsamung seiner Bewegung als differente Erscheinungsformen desselben. Ihr Verhältniß zu einander. Rektifikation des Goethe'schen Urphänomenons, durch Schopenhauer versucht, aber nicht erreicht. Genauere Definition des Ausdrucks „Ausgleichpunkte" für Roth und Grün. Zurückführung dieser verschiedenen Verhältnisse in der Farbenerscheinung auf die Farbenempfindung, d. h. auf die Farbenerzeugung als physiologischen Prozeß. Betrachtung des Farbenkreises unter diesem Gesichtspunkt. Mathematischer Nachweis für die Bestimmung der 6 Grundfarben als fester Punkte im Farbenkreise: ihre systematische Beziehung zu einander ist die einfache Grundlage für die Entwicklung eines Gesetzes der Farbenharmonie. Aufhebung der Farbenwirkung zu Weiß und Schwarz durch Verbindung komplementärer Farben zur Einheit; Ursachen der Differenz zwischen Weiß und Schwarz; die Farbendrehscheibe bloßer Humbug.

In den bisherigen Erörterungen handelte es sich nur um Darstellung der thatsächlichen Verhältnisse zwischen den Farben selbst; nunmehr aber ist die Frage über die Entstehungsweise derselben in Betracht zu ziehen. Bekanntlich war es Goethe, der zuerst auf die Jedem bekannte, aber als selbstverständlich kaum beachtete Thatsache aufmerksam machte, daß die Farbe immer heller als Schwarz und immer dunkler als Weiß (richtiger: als reines Licht bezw. reine Finsterniß) sei, und darin ein principiell wichtiges Moment für die Erklärung der Natur der Farben überhaupt nachwies, indem er die Farbe als ein *σκιερόν*, d. h. als ein „wesentlich Schattenartiges" bezeichnete. Dieses Element des Schattigen ist nun aber von zwei Seiten zu betrachten, einmal von Seiten der Farbenempfindung, also physiologisch, und zweitens, von Seiten seiner Ursache, also physikalisch. Newton, der sich um die erste Seite, welche doch die Hauptseite ist, da nur von der Empfindung auf die Ursache zurückgeschlossen werden kann, überhaupt nicht kümmerte, suchte die Ursache im Licht selbst, nämlich in seiner Brechbarkeit, und gründete hierauf seine wunderliche Hypothese, daß das Licht aus sieben verschieden brechbaren (schattigen) Strahlen „zusammen-

gesetzt" sei, welche als Farben erscheinen. Um dies zu beweisen, genügte es ihm nicht, den Sonnenstrahl behufs seiner „Zerlegung" einfach durch ein Prisma fallen zu lassen, sondern es war dazu ein „kleines Loch" oder eine „enge Spalte" erforderlich, durch welche der Sonnenstrahl in ein im Uebrigen dunkles Zimmer auf eine gegenüberliegende Wand fiel. Dies kleine Loch spielt noch heute in den heutigen physikalischen Lehrbüchern seine lächerliche Rolle, denn die Beschreibung jedes Experiments mit dem Prisma beginnt mit den Worten: „Man lasse einen Lichtstrahl durch ein kleines Loch in ein dunkles Zimmer fallen, so wird derselbe, durch ein Prisma aufgefangen, auf der gegenüberliegenden Wand u. s. f." Warum aber dies „kleine Loch" nothwendig sei, wird nirgends gesagt, weil die Herren Physiker nicht wissen oder es wissen wollen, daß die Ränder des „Loches" oder der „Spalte" durch Trübung des Lichstrahls sehr wesentlich bei der Erzeugung der Farbenerscheinungen betheiligt sind. Da diese Thatsache, welche der Newton'schen Hypothese von der Zusammensetzung des reinen Lichts aus sieben farbigen Strahlen — abgesehen von allen andern Gründen dagegen — jeden Boden entzieht, bereits von Andern (Goethe[29]), Schultze, Schopenhauer, Graevel u. s. f.) zum Theil mit mathematischer Strenge bewiesen und durch zahlreiche Experimente zur zweifellosen Evidenz erhoben ist — was freilich die Herren Physiker nicht hindert, den reinen Lichtstrahl noch immer an den Rändern des kleinen Loches sich scheuern zu lassen, ehe sie ihm den Eintritt in das Prisma gestatten — so kann ich mich hier um so mehr einer Prüfung derselben entschlagen, als sie für unser Thema nur sekundäre Bedeutung hat.

Das der Farbe als solcher anhaftende Element des „Schattigen", sagte ich, sei von zwei Seiten zu betrachten. Nach der physiologischen Seite hin gründet es sich auf Das, was Schopenhauer „qualitative Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina" nennt, ein Ausdruck, der zwar den Vorgang, wie schon bemerkt, zu mechanisch auffaßt, ihn aber für die Vorstellung hinlänglich verdeutlicht. Indem nämlich die Netzhaut, gleichviel durch welche Modifikation des Lichts, in einer bestimmten Richtung der Nervenschwingungen afficirt wird, entsteht in den Augennerven eine dieser Modifikation entsprechende Empfindung, die wir „Farbe" nennen. Es ist nun die Frage, welcher Art diese Modifikationen

des Lichts sind, um solche differenten Empfindungen — different sowohl hinsichtlich der Qualität (Roth, Blau, Gelb), wie hinsichtlich der Intensität (Hell und Dunkel, Wärme und Kälte) u. s. f. — zu bewirken. Diese Frage führt uns eben auf das erwähnte Goethe'sche „Urphänomen" der Farbenerzeugung. Er erklärt nämlich, wie schon oben bemerkt, die Farbe ihrer Entstehung nach als ein Produkt von Licht und Finsterniß, indem durch die Vermittlung eines „Trüben" — was offenbar nichts anderes als die die Erde umgebende Atmosphäre sein kann — das Licht als Gelb, die Finsterniß als Blau erscheine. „Gelb" ist demnach das verdunkelte oder durch die Trübung gedämpfte Licht, „Blau" die erhellte oder durch die Trübung gedämpfte Finsterniß. Das reine Licht ist absolut weiß, die reine Finsterniß absolut schwarz[30]), was offenbar nichts anders bedeutet, als daß absolutes Weiß und absolutes Schwarz ebensowenig für das Auge vorhanden sind wie reines Licht und reine Finsterniß; oder, um das Verhältniß genauer zu bezeichnen: reines Licht würde, wenn es gesehen werden könnte, absolut weiß, reine Finsterniß in demselben Falle absolut schwarz erscheinen.

Die ebenso wahre wie geniale Erklärung Goethe's von der Entstehung des Gelben und Blauen wird übrigens nach beiden Seiten hin durch die thatsächliche Erfahrung bestätigt. Jeder weiß, daß die Sonne und der Mond in der Nähe des Horizonts gelber als im Zenith erscheinen, weil sie durch die dort stattfindende größere Dicke und Dichtigkeit der Erdatmosphäre mehr getrübt werden; ebenso ist es bekannt, daß, wenn man sich — etwa im Luftballon — in die weniger dichten Schichten der Atmosphäre erhebt, das Blau des Himmels sich immer tiefer färbt, d. h. dem Schwarz sich immer mehr nähert. Ueber die Erdatmosphäre hinaus muß mithin sowohl Sonne und Mond absolut weiß, als auch der Himmel absolut schwarz sich darstellen, weil hier jede Trübung sowohl nach der einen wie nach der andern Seite (damit freilich aber auch die Möglichkeit des Sehens) aufhört. Gelb und Blau, die also den Kontrast von Licht und Finsterniß für das Auge repräsentiren, enthalten mithin beiderseits Licht und Finsterniß, nur daß diese Elemente darin in einem verschiedenen, nämlich umgekehrten quantitativen Verhältniß zu einander stehen, weil im Gelb das Licht, im Blau die Finsterniß dominirt. Man kann

sich das Verhältniß durch bestimmte Zahlenwerthe veranschaulichen, obschon dadurch natürlich das wirkliche Trübungsverhältniß, da es sich der genauen Messung und Berechnung entzieht, keineswegs bestimmt wird; schon deshalb nicht, weil diese Farben selbst, das reine Gelb und das reine Blau, auch in der prismatischen Scala, außerordentlich schwer nachzuweisen sind. — Setzt man nämlich die Finsterniß = 0, das Licht aber = 1 und erwägt man, daß das quantitative Verhältniß, in welchem beide Elemente in allen Farben zu einander stehen, zugleich den Grad ihrer Intensität an sich repräsentiren, so folgt, daß alle Farben durch je einen bestimmten, aber verschiedenen Zahlenbruch, worin das Licht durch den Zähler, die Finsterniß durch den Nenner repräsentirt wird, dargestellt werden können. Nehmen wir für solche Darstellung nur die 6 Grundfarben in Betracht, so muß da keine = 1, d. h. gleich dem reinen Licht, ist, zu den 6 Zählern ein Nenner genommen werden, der größer ist als 6, etwa also 7. Ferner, da, wie oben gezeigt, Violett die dunkelste Farbe ist, so muß diese die kleinste Quantität Licht enthalten, also etwa $\frac{1}{7}$, während sein Komplement Gelb, als die hellste Farbe, $\frac{6}{7}$ enthielte. Die zwischen diesen Extremen liegenden Farben würden sich mithin in die übrigen Zähler 2, 3, 4, 5 zu theilen haben. Hieraus würde sich folgende Reihe entwickeln für die

Skala der Helligkeits-Intensität:

Finsterniß — Violett — Blau — Roth — Grün — Orange — Gelb — Licht.

$\frac{0}{7}=0$ $\frac{1}{7}$ $\frac{2}{7}$ $\frac{3}{7}$ $\frac{4}{7}$ $\frac{5}{7}$ $\frac{6}{7}$ $\frac{7}{7}=1$

Prüfen wir die aproximative Richtigkeit dieser Reihe auf Grund der oben angestellten Untersuchung über die Natur dieser Farben hinsichtlich ihrer komplementären und Mischungsverhältnisse, so ist zunächst einleuchtend, daß ihre relativ wachsende Intensität — von Violett bis Gelb — thatsächlich den wachsenden Zahlenwerthen entspricht; ferner, daß die zusammengehörigen Komplemente (Violett und Gelb = $\frac{1}{7}+\frac{6}{7}$, Blau und Orange = $\frac{2}{7}+\frac{5}{7}$, Grün und Roth = $\frac{4}{7}+\frac{3}{7}$) je = $\frac{7}{7}$ d. h. gleich dem reinen Licht sind oder, was dasselbe bedeutet, je den ganzen Farbenkreis repräsentiren. Für die weitere Betrachtung der durch die Brüche angedeuteten Intensitätsverhältnisse brauchen wir übrigens, den indifferenten Nenner fortlassend,[31]) blos die Reihe der Zähler in Rechnung zu bringen, welche die Intensitäts-

skala von der absoluten Finsterniß durch Violett (1), Blau (2), Roth (3), Grün (4), Orange (5), Gelb (6) bis zum absoluten Licht repräsentiren. Es kann hiebei auffallen, daß Roth als Urfarbe und noch dazu als Herrscher im Farbenkreise eine geringere Helligkeitsintensität besitzen soll als sein Komplement Grün, das doch nur aus Mischung zweier Urfarben, Gelb und Blau, entstanden ist; auch scheint dies der unzweifelhaft größeren Wirkungskraft des Roth zu widersprechen. Mir werden später sehen, worauf sich diese auffallende Thatsache gründet; an dieser Stelle genüge es darauf hinzuweisen, daß Roth (wie ein Blick auf den Farbenkreis (Fig. 1) der übrigens — wie beiläufig zu bemerken ist — durchaus der Aufeinanderfolge der prismatischen Naturfarben entspricht, zeigt) zwischen Violett und Orange, d. h. zwischen der dunkelsten und der nur zweithellsten Grundfarbe in der Mitte steht, während Grün zwischen der hellsten (Gelb) und der nur zweitdunkelsten Urfarbe (Blau) seinen Platz hat. Der eine Grad der Verdunkelung daher, welche Grün durch die Mischung von Blau und Gelb erleidet, wird durch zwei Grade Erhellung, die es durch seine Stellung zwischen diesen beiden Farben gegen Roth gewinnt, nicht nur aufgewogen, sondern um 1 Grad geschlagen, denn Violett bezw. Orange sind um je 1 Grad dunkler als Blau bezw. Gelb. Uebrigens wird die aus meiner Theorie — zunächst also abstrakt — sich ergebende Behauptung, daß Roth um einen Intensitätsgrad dunkler als Grün ist, in auffallender Weise durch genaue photometrische Messungen bestätigt, die u. A. R. Adams[32]) hinsichtlich der Helligkeitsintensität der von ihm angewandten Farben angestellt hat. Er will nämlich gefunden haben, daß von einer weißen (Papier-)Fläche 10 000 Strahlen reflektirt werden, von einer gelben 6400, von einer rothen 2304, von einer blauen 1444, was ziemlich den Verhältnißzahlen des obigen Schemas entspricht, nur daß die erste Zahl von Adams zu hoch gegriffen scheint. Weiter hat er nun gefunden, daß zwischen Gelb (6400) und Roth (2304) Orange 3364, zwischen Blau (1444) und Gelb (6400) Grün 2704 Strahlen reflektirte; wonach sich Roth zu Grün hinsichtlich der Helligkeit wie 2304 zu 2704, d. h. etwa wie $2\frac{7}{8}$: $3\frac{3}{8}$ verhalten würde, was ebenfalls nicht nur dem Verhältniß im obigen Schema ziemlich nahe kommt, sondern auch den Beweis liefert, daß thatsächlich Roth dunkler

ist als Grün. Daß aber Roth trotz seiner größeren Dunkelheit dennoch wirkungsvoller erscheint als Grün, liegt wieder darin, daß es eine größere Wärme besitzt, daher es auch ebenso nahe an die wärmste Farbe, Orange, grenzt, wie Grün an die kälteste, Blau. Auf diese wesentliche Differenz zwischen den beiden Skalen der Helligkeits- und Wärmeintensität wird unten näher zurückzukommen sein.

Welche Bedeutung man übrigens diesem Schema beilegen mag — ich stelle sie, wie bemerkt, keineswegs als ein dem wirklichen Verhältniß der Farben zu einander völlig entsprechendes hin, als ob dadurch die Betheiligung der beiden Elemente, des Lichts und der Finsterniß, an den Farben mit mathematischer Genauigkeit bestimmt würde[33]), so wird dadurch doch die Wahrheit des Goethe'schen „Urphänomens" in keiner Weise berührt. Denn diese Wahrheit beruht einfach auf der Thatsache, daß das Auge ohne das die Finsterniß mit dem Licht vermittelnde und beide modificirende Trübende nur reine Finsterniß und reines Licht, d. h. im Grunde, wie schon dargethan, Nichts, am wenigsten aber Farben sehen würde, und daß ihm eben durch dieses vermittelnde Element die Finsterniß als erleuchtet, d. h. als Blau, das Licht dagegen als verdunkelt, d. h. als Gelb, erscheint. Indem aber Goethe diesen Gegensatz, der rein physiologischer Natur ist, weil er sich ausschließlich auf die Reizbarkeit der Nerven der Netzhaut durch die Einwirkung des Lichts gründet, als „Polarität" im physikalischen Sinne faßte, so kam er, wie schon erwähnt, zu dem falschen Schluß, daß Gelb und Blau einen diametralen oder, was dasselbe ist, komplementären Gegensatz bilden, was bekanntlich nicht der Fall ist, da zu Gelb Violett, zu Blau Orange den komplementären Gegensatz bilden.

Der Ausdruck „Polarität" würde übrigens, wenn er hier überhaupt anwendbar wäre, auf jedes komplementäre Farbenpaar passen, sofern dadurch, ähnlich wie bei der negativen und positiven Elektricität oder bei den Polen des Magneten, die unbedingte Zusammengehörigkeit der ein Farbenpaar bildenden Komplemente ausgedrückt wird[34]). Will man hier den Ausdruck „Polarität" anwenden, so muß man, da die Halbirungslinie für die Helligkeitsskala eine andere ist als für die Wärmeskala, von einer doppelten Polarität sprechen, nämlich von einer „Polarität der Helligkeits-" und einer der „Wärme-Intensität". Unter dieser Beschränkung kann man auch von einem

doppelten positiven und negativen Pol und, in Beziehung darauf, in doppeltem Sinne von „positiven" und „negativen" Farben sprechen, so daß also in Bezug auf Helligkeit Roth zu den „negativen", Grün dagegen zu den „positiven" Farben gehören würde, während umgekehrt in Bezug auf Wärme Roth zu den „positiven", Grün zu den „negativen" zu rechnen wäre. Dies bedeutes aber nichts Anderes, als daß Roth zwar dunkler, aber auch wärmer als Grün, Grün dagegen zwar heller, aber auch kälter als Roth ist.

Interessant ist hierbei übrigens die Bemerkung, welche meine frühere Charakteristik das Roth, als des Herrschers im Farbenkreise, bestätigt, daß nur diese Urfarbe mit ihrem Komplement, der Grundfarbe Grün, es ist, welche gerade in die Mitte zwischen die Endpunkte der beiden Grenzlinien fallen, nämlich zwischen rv und ro, bezw. bn und gn; nur daß Roth auf der warmen und dunklen, Grün dagegen auf der kalten und hellen Hälfte des Farbenkreises liegt. Hierin zeigt sich nun auch nach doppelter Seite hin die entgegengesetzte Natur der beiden Farben, wie sie in dieser Eigenthümlichkeit bei keinem anderen komplementären Grundfarbenpaar vorkommt. Denn in dem Gegensatz „Blau-Orange", ebenso wie in dem „Gelb-Violett" nehmen die Urfarben (Blau und Gelb) an beiden Skalen Theil, oder: Blau ist sowohl dunkler als auch kälter als Orange, Gelb ebensowohl heller als auch wärmer als Violett. Durch diese doppelte, gleichsam, wie die Grenzlinien selbst, zwischen denen das Farbenpaar Roth-Grün liegt, sich kreuzende Gegensätzlichkeit der Intensitäten nimmt dasselbe unter allen anderen komplementären Farbenpaaren eine ganz exceptionelle, wesentlich vermittelnde Stellung im gesammten Farbenkreise ein und gewinnt zugleich für sich selbst durch gegenseitigen Ausgleich des Wärme- und Helligkeitsüberschusses eine Würde und Wirkungskraft, die sich ebenfalls in keinem anderen Paar vorfindet. Denn was Roth an Wärme mehr besitzt, ersetzt das kältere Grün durch einen entsprechenden Ueberschuß an Helligkeit, und was Grün an Helligkeit mehr besitzt, ersetzt das dunklere Roth wieder durch einen einen entsprechenden Ueberschuß an Wärme. Daher auch — nämlich auf Grund dieses, nur in diesem Farbenpaar nachweisbaren, gegenseitigen Ausgleiches der beiden Intensitätsskalen — erklärt sich sowohl die eminente Schönheit und Energie der beiden Farben, als, in ihrem Verhältniß zu einander, der

Kontrast von Lebhaftigkeit und Milde, von Feuer und Sanftheit zwischen ihnen. Fände dieser Ausgleich nicht statt, wäre mit anderen Worten Roth nicht blos wärmer, sondern auch heller als Grün und Grün nicht blos kälter, sondern auch dunkler als Roth, so würde der Kontrast zwischen ihnen eine Schärfe erhalten, welche ihre Schönheit wesentlich beeinträchtigen und ihrer Wirkung für das Auge einerseits das Freudige, andererseits das Wohlthuende rauben müßte. Wären sie dagegen an Helligkeit und Wärme identisch, so fielen sie überhaupt zusammen, d. h. sie bildeten dieselbe Farbe, oder sie würden vielmehr, da sie theoretisch immerhin einen komplementären Gegensatz bilden, sich zu 0 aufheben, d. h. entweder zu Weiß oder Schwarz sich neutralisiren.

Ehe wir zur Betrachtung des Goethe'schen Urphänomens zurückkehren, ist noch — behufs der nothwendigen Vervollständigung desselben — die obige Skala der Helligkeitsintensität durch die von ihr abweichende Skala der Wärmeintensität zu ergänzen, weil die Farben selber nur als Produkt beider, der Helligkeits- und Wärmeintensität, Bestand haben. Folgendermaßen gestaltet sich nämlich die Reihenfolge in der

Skala der Wärmeintensität:

Absolute Kälte		Blau		Violett		Grün		Roth		Gelb		Orange		Absolute Wärme
0/7		1/7		2/7		3/7		4/7		5/7		6/7		7/7

Vergleicht man die Reihenfolge der Farbe in dieser Skala mit der in der obigen der Helligkeitsintensität, so erkennt man, daß einerseits Blau und Violett, andererseits Gelb und Orange und, zwischen beiden Paaren, Roth und Grün ihre Stellen gewechselt haben; d. h. Violett ist zwar dunkler als Blau, dieses dagegen kälter als jenes; ebenso Orange zwar dunkler als Gelb, aber zugleich wärmer als dieses. Dasselbe Verhältniß besteht nun auch zwischen Roth und Grün, d. h. Roth ist um ebensoviel wärmer als Grün, als dieses heller ist als jenes; aber der sehr wesentliche Unterschied dieses Farbenpaars von den anderen beiden besteht eben darin, daß Roth und Grün einander komplementär ergänzen, was bei den anderen nicht stattfindet; denn Violett wechselt nicht mit seinem Komplement Orange, sondern mit Blau, Gelb nicht mit seinem

Komplement Violett, sondern mit Orange die Stelle. Wir werden sehen, von welcher großen Wichtigkeit diese Ausnahmestellung von Roth und Grün für die nähere Bestimmung der specifischen Qualität der Farben und in Folge dessen für die Erkenntniß der Gesetze der Farbenharmonie ist.

Es wurde vorhin bemerkt, daß die Farben das Produkt ihrer Helligkeits- und Wärmeintensität seien; suchen wir dies durch die Kombination der beiden Skalen zu veranschaulichen und nehmen wir, die nunmehr überflüssig gewordenen Nenner der Brüche fortlassend, nur die Zähler beider Reihen als maßgebende Faktoren, so erhalten wir die

Kombination der Helligkeits- und Wärmeintensität:

für Violett und Blau — Roth und Grün — Orange und Gelb

$$1 \cdot 2 = 2 \cdot 1 \qquad 3 \cdot 4 = 4 \cdot 3 \qquad 5 \cdot 6 = 6 \cdot 5$$

d. h. $\underbrace{}_{2}$ $\underbrace{}_{12}$ $\underbrace{}_{30}$

woraus sich ergiebt, daß wenn man nur die „Farbigkeit" als solche, d. h. diese specifische Eigenschaft, welche die Farben einerseits im Gegensatz zum reinen Licht, andererseits zur reinen Finsterniß besitzen, als Kriterium der Werthbestimmung setzt, das Farbenpaar Roth-Grün den höchsten Rang einnimmt, da Violett und Blau zu wenig Helligkeit und Wärme, Gelb und Orange zu viel davon besitzen.

Es ist absichtlich bei dieser systematischen Betrachtung etwas länger verweilt worden, weil sie — obgleich nur von ganz allgemeiner und abstrakter Bedeutung — in Hinsicht der praktischen Anschaulichkeit für die auf den beiden Skalen beruhende Methode zur Auffindung von harmonischen Farbenverbindungen von großem Werth ist. Begnügt man sich dagegen, wie bisher stets geschehen, mit einer Skala, nämlich mit der der Helligkeitsintensität, so ist eine Erkenntniß der wahren Natur der Farben und in Folge dessen eine genaue Bestimmung ihrer relativen Würdigkeit als Farben unmöglich, dadurch aber wiederum die Aufstellung eines allgemein gültigen Gesetzes der Farbenharmonie undenkbar. Kehren wir nunmehr zu dem „Urphänomen", d. h. zu Goethe's Erklärung der Entstehung des Gelb und Blau, als einerseits der durch die Vermittlung eines Trüben bewirkte Dämpfung des Lichts, andererseits der durch dieselbe Vermittlung bewirkten Dämpfung der Finsterniß, zurück, um daran die Frage zu knüpfen, wie sich diesem Kontrast

gegenüber die dritte Urfarbe, Roth, hinsichtlich ihrer Entstehungsursache verhält.

Daß das Goethe'sche Urphänomen die Wahrheit enthält, sofern es sich um den Kontrast von Gelb und Blau handelt, davon kann man sich leicht durch vielfache tägliche Erfahrungen überzeugen. Wenn man beispielsweise grauen, d. h. farblosen Rauch, der etwa aus einem Schornstein aufsteigt, oder Cigarrendampf beobachtet, so wird man erkennen, daß er, vom Lichte durchschienen, eine gelbliche, gegen einen dunklen Hintergrund gesehen, eine bläuliche Farbe zeigt. Hier fungirt mithin der Rauch als trübendes Element, das einerseits das Licht, andererseits das Dunkel modificirt. Ist daher der Himmel bezogen, d. h. ist an ihm Dunkelheit und Helligkeit nicht geschieden, sondern verbreitet sich die Trübung gänzlich über denselben, so findet auch keine solche Modificirung statt und der Rauch erscheint grau, d. h. er bleibt innerhalb der Skala zwischen Weiß und Schwarz, wodurch sich keine Farben erzeugen[35]). Bei klarem Himmel kommt es freilich wesentlich auf die Stellung der Sonne als Lichtquelle zu der die Erde umgebenden Atmosphäre an, ob sowohl das Gelb des Lichts, wie das Blau der Finsterniß mehr oder weniger getrübt erscheint, d h. jenes einen Stich in's Orange, dieses einen Stich in's Violette erhält. Steht die Sonne in der Nähe des Horizonts, in welchem Falle ihr Licht also eine stärkere Schicht der Erdatmosphäre durchdringen muß, so erscheint sie umsomehr orangefarben, je tiefer sie steht, während das Blau des in entgegengesetzter Richtung gesehenen Himmels um so violetter gefärbt wird. Ist sie im Untergehen oder im Aufgehen begriffen, so entsteht jene Farbe, die man mit „Abend"-, bezw. „Morgenröthe" bezeichnet, d. h. es tritt zu der objektiven Dicke der Erdatmosphäre noch eine weitere Trübung durch die Abends und Morgens zuweilen aufsteigenden Dünste hinzu, welche das Orange bis zu Roth steigert. Das sogenannte „Alpenglühen" hat dieselbe Ursache, nur daß die durch die Trübung roth erscheinende Farbe der Sonne hier nicht direkt, sondern als Reflex auf den hochragenden Felsenwänden der Bergspitzen gesehen wird. Daß das Alpenglühen sogar intensiver (oft geradezu als brennendes Roth) erscheint als die Morgen- und Abendröthe, davon liegt der Grund einerseits darin, daß bei letzteren Erscheinungen das Licht einen großen Raum am Himmel beherrscht, wodurch es

weniger kontrastirend wirkt, andererseits darin, daß umgekehrt das Alpenglühen nicht nur auf dem dunkelblauen Himmel sich abhebt, sondern auch die tiefer liegenden Bergpartieen, Thäler u. s. f., wie überhaupt die ganze Landschaft, eben nur mit Ausnahme der reflektirenden Felswände, im Schatten liegen, weil die Strahlen der bereits unter den Horizont gesunkenen Sonne diese Partien nicht mehr erreichen. Es ist daher lediglich der Kontrast gegen die allgemeine, sich beim Untergang der Sonne oder vor ihrem Aufgang über die Erde breitende Dunkelheit, welcher dem Auge eine um so größere Empfänglichkeit für die rothe Farbe der im Alpenglühen sich geltend machenden Reflexwirkung verleiht und allein die größere Intensität desselben im Vergleich mit der Abend- und Morgenröthe begründet. Dieselbe Ursache wirkt auch bei der orangefarbenen, bezw. rothen Färbung der Wolken beim Auf- und Untergange der Sonne mit; und hierbei wird man — um dies beiläufig in physiologischer Beziehung zu bemerken — öfters die Beobachtung machen können, daß, wenn zwischen solchen orangerothen Wolkenrändern ein Stück klaren Himmels zu erblicken ist, das Blau desselben in Folge des Gesetzes der Komplementarität gewöhnlich einen Stich in's Grünliche und nicht in's Violette erhält, und zwar umsomehr, je stärker das Orangeroth der Wolken nach dem Rothen tendirt, während ein mehr in's Gelbliche fallendes Orange der Wolken jenem Stück blauen Himmels einen Stich in's Violette verleiht. Ebenso färbt sich der Theil des Himmels, auf dem das Alpenglühen erscheint, zu einem dunkelblaugrünlichen Hintergrund, und nur auf der entgegengesetzten Seite — vorausgesetzt, daß die Sonne tief genug unter den Horizont gesunken ist und dort klarer Himmel ist — erscheint dieser rein blau, ja unter Umständen, nämlich durch einen Reflex der rothen Gluth, mit einem Stich in's Violette.

So augenfällig und beweiskräftig alle diese und zahlreiche andere Erscheinungen für die Wahrheit des Goetheschen Urphänomens sprechen, und so klar sich daraus die Nothwendigkeit ergiebt, daß durch die wachsende Trübung des Lichts von Gelb über Orange hinaus zu Roth, und von Roth über Violett hinaus zu Blau sich die Farben gerade in dieser Stufenleiter entwickeln müssen, so erklärt sich doch die Erscheinung an sich, d. h. die Thatsache, daß überhaupt Farben — statt etwa eine einfache Skala zwischen farblosem Weiß und Schwarz — entstehen,

weder durch das Goethe'sche Urphänomen, so richtig es die Thatsache selbst schildert, noch durch die angebliche Vervollständigung desselben durch Schopenhauer; im Gegentheil wird durch den Letzteren die Sache nur verwirrt[36]). Um die Entstehung der Farbenskala zu erklären, ist offenbar der Rückschluß nothwendig, daß sich mit derjenigen Wirkung des „Trüben" oder richtiger **Trübenden**, welche als Abnahme an Helligkeit, bezw. Zunahme an Dunkelheit zur Erscheinung gelangt — einer Wirkung, welche die Farbenskala mit der Skala von Grau gemeinsam hat — noch eine andere Art der Wirkung verbinden muß, welche in specifischer Weise die Entstehung der Farben verursacht: und diese andere Art von Wirkung kann mit einem Worte nur darin beruhen, daß das Licht durch die Trübung außerdem in seiner Bewegung verlangsamt und in Folge dessen erwärmt wird, gleichviel ob man letzteren Ausdruck in blos ästhetischem oder auch im rein sinnlichen Sinne nimmt, da diese beiden Bedeutungen in sehr naher Beziehung zu einander stehen.

Dies ist ein bisher meines Wissens noch nicht geltend gemachter, principiell höchst wichtiger Punkt, der abermals beweist, wie nothwendig die strenge Unterscheidung der Helligkeits- von der Wärmeintensität für die Betrachtung der Natur der Farben ist — eine Unterscheidung, auf die weder Schopenhauer noch Goethe den geringsten Werth legten. — Denn es liegt auf der Hand, daß — wenn, wie ich behaupte, und zu zeigen versucht, nicht die Verschiedenheit der Helligkeitsgrade die specielle Ursache der Farbenerscheinungen ist, weil an dieser die farblose Skala zwischen Weiß und Schwarz mit Theil nimmt — es allein die Verschiedenheit der Wärmegrade sein kann, wodurch, in Verbindung mit der Helligkeitsskala, die Farben als solche ihren specifischen Charakter erhalten. In der Beantwortung der Frage nun, von welcher Art diese anderweitige Wirkung des Trübenden sei, d. h. auf welche Weise das Licht durch das Trübende, neben der Verdunkelung, auch noch eine Erwärmung erleiden könne, aus welcher die Farben sich erzeugen, liegt die wahre Lösung des Problems und in Folge dessen die richtige Ergänzung des Goethe'schen „Urphänomens."

Wenn auch selbstverständlich hier die Ausdrücke „Wärme" und „Kälte" in Beziehung auf die Farben nicht in dem gewöhnlichen

materiellen Sinne, der sich auf die Empfindung des Tastsinns oder ganz allgemein der Hautnerven bezieht[37]), sondern in dem von diesem auf die Empfindung des Auges übertragenen ästhetischen Sinne zu verstehen sind, so lassen sich beide Empfindungsarten, die rein sinnliche und die ästhetische, doch auf dieselbe Ursache zurückführen, nämlich auf die Hemmung, welche das trübende Element, d. h. die Erdatmosphäre, der freien Bewegung des Lichts entgegenstellt. In der That würde auch das Sonnenlicht ohne die dazwischen liegende Erdatmosphäre die Oberfläche der Erde weder in dem einen noch in dem andern Sinne „erwärmen", d. h. es würden nicht nur keine Farben, sondern auch keine materielle Wärme erzeugt werden. Es ist bekannt, daß, je weiter man sich in die höheren Schichten der Atmosphäre erhebt, nicht nur der Himmel schwärzer, d. h. weniger blau, und die Sonne weißer, d. h. weniger gelb, erscheinen, sondern daß auch die materielle Wärme in demselben Grade abnimmt. Dies ist allein der Grund, warum es auf den höchsten Bergen, die doch der Sonne näher und folglich ihrer Lichtwirkung mehr ausgesetzt sind als die tiefer liegenden Ebenen, am kältesten ist, so daß dort den ganzen Sommer hindurch Schnee liegt. Außerdem giebt es für die absolute Kälte des reinen ungetrübten Lichts vielfach andere Beweise. Wenn man durch ein Stückchen Eis in Form eines Brennglases einen Sonnenstrahl auf die Kugel eines Thermometers fallen läßt, so steigt in diesem das Quecksilber sofort auf einen hohen Temperaturgrad, ohne daß die Eislinse schmilzt; ja man kann ein Stückchen Schwamm, in den Fokus dieses aus Eis geformten Brennglases gehalten, entzünden, ohne daß das Eis selbst eine Veränderung zeigt. Wäre das Sonnenlicht also an sich warm oder wären den Lichtstrahlen, wie die Physiker in ihrer stets plump materiellen Vorstellungsweise annehmen, besondere „Wärmestrahlen" beigemischt, so müßte schon das Eisstück dadurch schmelzen, während in dem erwähnten Experiment nur die Brechung der Lichtstrahlen, sowie ihre Koncentration auf einen Punkt, in welchem ein widerstandsfähiger Körper die Weiterbewegung verhindert, die Ursache der Wärmeentwickelung ist. Aus demselben Grunde bedeckt man Pflanzen in einem hölzernen Kasten mit Glas, damit sich darunter Wärme entwickele, weil das Licht, an dem Boden und den Wänden im Innern Widerstand findend, sich in Wärme ver-

wandelt, die nun, weil Holz und Glas schlechte Wärmeleiter sind, diese nicht entweichen lassen. Auch Schopenhauer hat dies richtig erkannt, indem er (S. 77) sehr gut bemerkt, daß die Art und Weise, wie ein Körper das auf ihn fallende Licht in Wärme verwandelt, für unser Auge seine chemische Farbe sei. Nur irrt er darin, daß er diese Erscheinung auf die chemische Farbe beschränkt, während die Erzeugung der Farbe überhaupt in dem Widerstand der Materie ihre Erklärung findet. Der Grund seines Irrthum liegt aber darin, daß er die „Erwärmung" nur im materiellen und nicht auch im ästhetischen Sinne faßt, daher er auch fälschlicher Weise in dem Farbenkreise nur eine Helligkeits- und keine davon differente Wärmeskala erkennt.

Die Verschiedenheit der beiden Wirkungsarten des Lichts scheint nun wesentlich darauf zu beruhen, daß die Helligkeitsintensität, an der die farblose Skala zwischen Weiß und Schwarz Theil nimmt, lediglich eine quantitative Bedeutung hat, d. h. daß das Licht in dieser Wirkungsart nur eine Abnahme an Leuchtkraft erleidet, während die Wärmeintensität, welche die verschiedenen Farben erzeugt, offenbar qualitative Bedeutung hat, d. h. auf einer qualitativen Modifikation des Lichts selbst, in Folge der Verlangsamung seiner Bewegung, beruht. In der quantitativen Wirkungsart geht nämlich nur Lichtsubstanz verloren, in der qualitativen muß dagegen das Licht, neben dem Helligkeitsverlust, auch noch als Substanz selbst eine Veränderung erleiden, die mit jenem Verlust nur in äußerlicher Verbindung steht. Das Trübende ist zwar als Hemmungselement die Ursache beider Veränderungen; allein es nimmt zu beiden eine wesentlich verschiedene Stellung ein, indem es dort nur Theile des Lichts absorbirt und es dadurch zu einem „Schattigen" abschwächt, während hier die Wirkung zunächst in einer Verlangsamung seiner Bewegung besteht, wodurch — gleichviel ob man sich diese Bewegung als Aetherschwingung, Undulation oder sonst wie vorstellen mag — seine ursprüngliche Natur selbst modificirt wird. Sowohl diese Modifikation der Lichtsubstanz als jene Schwächung derselben muß aber gleicher Weise im Verhältniß zu der Dicke und Dichtigkeit des Trübenden stehen; identisch sind jedoch diese beiden Wirkungsarten keineswegs, sondern sie stammen nur aus einer und derselben, aber in differenter Weise wirkenden

Ursache; und diese differente Wirkung erklärt sich daraus, daß das Trübende dabei nur der eine Faktor der Wirkung ist, während der andere in der Natur des Lichts selbst liegt, nämlich in seiner nicht nur quantitativen, sondern auch qualitativen Modifikationsfähigkeit. Lassen wir jetzt die quantitative Modifikation — aus der, wie bemerkt, nur Lichtschwächung, d. h. die Skala von Hell und Dunkel oder von Weiß bis Schwarz hervorgeht — bei Seite, da diese eigentlich keiner Erklärung bedarf, um die qualitative Modifikation des Lichts näher in's Auge zu fassen.

Daß mit einer Brechung des Lichts, deren Nothwendigkeit auf einem einfachen, als bekannt vorauszusetzenden, physikalischen Gesetze beruht, auch stets eine Verlangsamung seiner Bewegung verbunden sein muß: dies ist, glaube ich, wohl noch von keiner Seite angezweifelt worden. Zum Ueberfluß erwähne ich, daß die Physiker — obschon ich auf deren Berechnung wenig Werth lege — die Thatsache der Verlangsamung des Lichts, sobald es in ein dichteres Medium tritt, selber konstatirt haben, indem — wie Dowe in seiner „Darstellung der Farbenlehre" S. 88 mittheilt — nach Biot's Versuchen das Licht in derselben Zeit, da es in der Luft eine Million Meilen durchläuft, im leeren Raum 294 Meilen weiter kommt. Wenn also der Eintritt in ein dichteres Medium überhaupt schon eine Verlangsamung bewirkt, so muß dieelbe bei der Brechung, die nur durch solchen Eintritt in ein dichteres Medium möglich ist, unter allen Umständen und je nach der Stärke der Dichtigkeit desselben in gesteigertem Grade stattfinden. Die Newtonianer glauben nun, die specifische Ursache der Farbenerzeugung nur in der Brechung des Lichts finden zu müssen, indem sie die Hypothese aufstellen, daß diese Brechung zugleich eine Zersplitterung des einfachen weißen Lichtstrahls in sieben farbige Strahlen bewirke, Goethe dagegen sieht im Gegensatz dazu als specifische Ursache nur die „Trübung", d. h. die Verdunkelung des Lichts an. Beides ist meiner Ansicht nicht richtig. Was die letztere Ansicht betrifft, so ist bereits wiederholt bemerkt, daß, wenn die „Trübung" nur Verdunkelung des Lichts zur Folge hätte, keine qualitative Modifikation, d. h. keine Farbenerzeugung, sondern nur eine quantitative, d. h. eine graduelle Schwächung des Lichts, stattfinden könnte. Andererseits ist aber auch nicht abzusehen, warum die bloße „Brechung", wenn sie nicht zugleich mit einer Verlangsamung der Be-

wegung sich verbände, Farben erzeugen könnte. Sondern, wenn überhaupt eine von den drei durch die Trübung bewirkten Modifikationsweisen: die „Verdunkelung", die „Brechung" und die „Verlangsamung", als die specifische Ursache der Farbenerzeugung gelten darf, so kann dies nur die Verlangsamung sein. Wäre nämlich die „Brechung" die Ursache der Farbenerzeugung, so müßte jeder gebrochene Strahl — gleichviel ob er durch das famose „kleine Loch" mittelst des Prismas in die dunkle Kammer fällt oder frei durch ein Brechungsmedium hindurchgeht — gefärbt erscheinen, was bekanntlich nicht der Fall ist; läge dagegen die Ursache, wie Goethe und mit ihm Schopenhauer annahm, in der bloßen „Verdunkelung", so wäre nicht abgesehen, warum sich das Licht nicht mit der bloßen Schwächung begnügen, d. h. eine Skala des Grauen durchlaufen könnte.

Wenn aber die Verlangsamung der Bewegung des Lichts die eigentliche Ursache der Farbenerzeugung ist — wobei es vorläufig dahingestellt bleiben mag, von welcher besonderen Art die Modifikation ist, welche die Lichtsubstanz dadurch erleidet, ob etwa dabei eine chemische oder sonst welche Veränderung derselben stattfindet — so scheint zu folgen, daß, jemehr das Licht durch das Trübende in seiner Bewegung gehindert wird, d. h. je langsamer es sich bewegt, es auch um so mehr an Helligkeit ab-, aber an Wärme, d. h. an Farbigkeit, zunehmen müsse. Hiernach würden die Farben mit der wachsenden Dunkelheit der Skala auch in demselben Verhältniß an Wärme gewinnen; Helligkeitsintensität und Wärmeintensität der Farben werden demnach in einem umgekehrten Verhältniß zu einander stehen, d. h. die hellste Farbe (Gelb) mußte die geringste, die dunkelste (Violett) die höchste Wärme zeigen. Dies ist nun aber nicht der Fall, sondern Gelb ist zwar noch nicht die wärmste Farbe, aber bereits in der ihr zunächst folgenden Grundfarbe (Orange) erreicht die Wärmeskala ihren höchsten Grad, von welchem ab die Temperatur der Farben wieder sinkt. (Vergl. Fig. 12.) Bis zu einem gewissen Punkte findet also in der That ein umgekehrtes Verhältniß zwischen der Helligkeits- und Wärmeintensität statt, sofern die erstere von Gelb zunächst ab-, die zweite dagegen zunimmt; dann aber findet (von Orange ab) eine gleichmäßige Abnahme beider statt, bis abermals (von Violett ab) eine Umkehrung und zuletzt wiederum (von Blau ab) eine gleichmäßige Zunahme eintritt. Wie ist nun dieser

scheinbare Widerspruch gegen das aus dem Princip der Verlangsamung folgende Gesetz zu erklären? Diese Frage, welche das eigentliche Geheimniß der Farbentheorie enthält, indem ihre befriedigende Beantwortung nicht nur Aufschluß über das eigentliche Wesen der verschiedenen Farben, sondern auch über den Ursprung der Farbe überhaupt giebt, hat uns daher vor allen Dingen zu beschäftigen, theils weil dieselbe trotz ihrer principiellen Wichtigkeit bisher weder von Goethe noch von seinen Nachfolgern (von den Physikern zu schweigen) beachtet worden ist, theils weil sich nur aus ihrer Beantwortung das an sich richtige Urphänomen Goethe's ergänzen und zu widerspruchsloser Klarheit erheben läßt.

Wenn daher die vorliegende Untersuchung überhaupt einen berechtigten Anspruch auf Förderung der Farbentheorie erheben darf, so gründet sich derselbe einerseits darauf, daß sie überhaupt das Moment der Wärmeintensität, in deren wesentlicher Differenz von der Helligkeitsintensität, für die Erklärung der Farbenerzeugung zur Geltung zu bringen sucht, andererseits darauf, daß sie die Ursachen dieser Differenz, sowie die daraus sich ergebenden Konsequenzen, welche für die Erkenntniß der wahren Natur der Farben von maßgebender Bedeutung sind, mit gleichsam mathematischer Genauigkeit zu bestimmen vermag. Es ist daher an dieser Stelle zu betonen, daß hinsichtlich der Frage nach dem wahren Ursprung und Wesen der Farben hier der Schwerpunkt meiner Untersuchung liegt.

Zunächst liegt es selbst für den Laien auf der Hand, daß die hellsten Farben, weil sie dem Licht am verwandtesten sind, auch die schnellste Bewegung haben müssen und umgekehrt die dunkelsten die langsamste[38]). Wenn man nun aber, da Licht und Finsterniß keinen polaren Gegensatz, sondern nur eine Skala zwischen 1—0 bilden, die Farbe auf ihre Helligkeitsintensität hin prüft, so erkennt man sogleich, daß in dem Fortgang von der hellsten zur dunkelsten Farbe ein Grenzpunkt liegen muß, in welchem das Licht bis zur Hälfte seiner Intensität herabgemindert erscheint. Ich nenne diesen Punkt, der — wie schon erwähnt — in die Mischfarbe Orange-Roth fällt, den Ausgleichpunkt zwischen Licht und Finsterniß, jedoch immer mit der ausdrücklichen Beschränkung, daß dabei die Finsterniß nicht als negativer Pol, sondern als bloße Negation des Lichts gefaßt wird. Bis zu diesem „Ausgleichpunkt" hat

also das Licht dominirt, d. h. es besitzt bis zu ihm mehr als die Hälfte seiner Helligkeitsintensität, jenseits desselben beginnt die Finsterniß zu dominiren, d. h. das Licht sinkt unter die Hälfte seiner Helligkeitsintensität. Der Ausgleichpunkt für die Skala der Wärmeintensität dagegen fällt, wie gezeigt, in einen anderen Durchmesser, nämlich in rv — gn, d. h. die Grenze zwischen den warmen und kalten Farben ist nicht Rothorange sondern Rothviolett. Die Erklärung dieser Differenz der beiden Durchmesser ergiebt sich aber einfach daraus, daß das trübende Mittel, welches einerseits durch die Schwächung des Lichts die Helligkeits-, andererseits durch die Verlangsamung seiner Bewegung die Wärmeskala bewirkt, in dieser zweifachen Wirkung zum Licht eine durchaus verschiedene Stellung einnimmt, indem es dasselbe dort nur quantitativ, hier dagegeu qualitativ modificirt. Dies geht schon daraus hervor, daß, während hinsichtlich der Helligkeit das Licht = 1, die Finsterniß = 0 ist, hinsichtlich der Wärme Licht und Finsterniß vollkommen gleich, nämlich gleich kalt, d. h. beide = 0 sind, wie bereits früher nachgewiesen wurde. Die Helligkeit nimmt mithin vom ersten Augenblick an — d. h. schon in Gelb und weiter — konstant ab bis zum Maximum der Dunkelheit (Violett), nach welchem, da hier der Halbkreis durchlaufen ist, die Helligkeit, nach Gelb hin, wieder zunehmen muß; die Wärme dagegen nimmt, da die Hemmung hier (in Gelb) noch zu gering ist, um schon hinreichende Verlangsamung, d. h. höchste Wärmeerzeugung zu bewirken, anfangs zu bis zu ihrem Maximum (Orange), dann aber, da nun die fortschreitende Verdunkelung die anfängliche Wirkung der Verlangsamung zu paralysiren anfängt, wieder ab, und zwar über den Ausgleichpunkt (Rothviolett) fort bis zum Maximum der Kälte (Blau), von wo ab, durch die hier schon wieder sich geltend machende Erhellung auch die Wärme wieder zunimmt, bis diese einen neuen Ausgleichpunkt (in Gelbgrün) erreicht, über den hinaus die Wärmeerzeugung wieder positive Form annimmt. Man erkennt also, daß die so außerordentlich wichtige Verschiedenheit des Antheils, welcher einerseits die Helligkeits-, andererseits die Wärmeintensität nicht nur an der specifischen Natur der Farben, sondern auch an ihrer Entstehung überhaupt besitzen, lediglich darauf beruht, daß, wenn man die beiden Wirkungsarten als verschieden auf- und absteigende Linien sich vorstellt, die Kombi-

nation dieser beiden Linien ungefähr die Form zeigen würde, welche ich in Figur 12 zu veranschaulichen versucht habe.

Die Bedeutung der theils parallelen, theils sich durchkreuzenden, niemals aber identischen Linien, welche in diesem Schema die auf- und absteigenden Skalen der Helligkeits- und der Wärmeintensität darstellen, dürfte unschwer zu erkennnen sein. Die „Helligkeitslinie" beginnt von der Maximalgrenze in Gelb, fällt stetig bis zur Minimalgrenze in Violett und steigt dann wieder bis zur Maximalgrenze in Gelb, die „Wärmelinie" dagegen beginnt von einem etwas unterhalb der Maximalgrenze liegenden Punkt, steigt zuerst bis zur Maximalgrenze in Orange und fällt dann bis zur Minimalgrenze in Blau, um dann wieder bis zur Maximalgrenze in Orange zu steigen. Aus dieser differenten Richtung der beiden Linien ergeben sich nun folgende Konsequenzen:

1. daß die zwischen den Linien der Maximal- und Minimalgrenze in der Mitte liegende, mit beiden parallele Linie der Ausgleichung (xz) sowohl die beiden Ausgleichpunkte der Helligkeits- (ro und bn) als die der Wärmeintensität (rv und gn) — (die ersten sind durch $\bar{\text{H}}$, die zweiten durch $\bar{\text{W}}$ bezeichnet — enthält, d. h. daß beide Linien, aber nur in ihrem mittleren Theil (ro—bn), zusammenfallen.

2. daß die beiden Punkte, worin sich die Linien der Helligkeits- und Wärmeskalen schneiden (go und bv), ebenfalls zwei Ausgleichpunkte darstellen, die aber nicht, wie die vier oben erwähnten, je ein Paar die Helligkeit für sich und die Wärme für sich als ausgeglichen bezeichnen, sondern vielmehr einen diametralen Gegensatz bilden, indem go, als zwischen dem Maximum der Helligkeit und dem der Wärme liegend, beide Maxima zur relativ höchsten Helligkeits- und Wärmeintensität, bv dagegen, als zwischen dem Maximum der Dunkelheit und dem der Kälte liegend, diese beiden Maxima zur relativ höchsten Dunkelheits- und Kälteintensität kombiniren; d. h. Gelborange ist ebenso hell wie warm, während die Farben, aus denen es besteht, nämlich Gelb zwar heller als Orange aber auch kälter, Orange zwar wärmer als Gelb, aber auch dunkler ist. Derselbe Intensitätsausgleich findet selbstverständlich auch auf der negativen Seite in Blauviolett zwischen Violett und Blau statt.

3. ist begreiflich, warum diese beiden Ausgleichpunkte, da der eine nur der positiven, der andere nur der negativen Kreis-

hälfte angehört, nicht in die Ausgleichlinien xy fallen können, sondern jener (m) der Maximalgrenze, dieser (n) der Minimalgrenze näher liegen muß.

Diese in Form eines gradlinigen Bandes dargestellte Konstruction der Helligkeits- und Wärmeintensität läßt sich nun auch auf den Farbenkreis selbst übertragen, indem — wie in Figur 13 geschehen — die beiden Intensitätslinien als Kreise dargestellt werden, welche zwischen die beiden die Maximal- und Minimal-Grenzlinien repräsentirenden koncentrischen Kreise fallen, und zwar derart, daß einerseits die Maximalpunkte sowohl der Helligkeits-, wie der Wärmeintensität (b und f) in die Peripherie des großen Kreises, andererseits die Minimalpunkte der beiden Intensitäten (s und u) in die Peripherie des kleinen Kreises fallen. Auch diese Konstruction ist ebensowenig wie die Anordnung der Farben im Kreise überhaupt[39]) willkürlich, sondern beruht durchaus auf den Beziehungsverhältnissen der Farben selber. Sie entsteht auf folgende Weise: Zwischen den beiden koncentrischen Kreisen, welche die Maximal- und Minimalgrenze der Helligkeits-, bezw. der Wärmeintensität darstellen und die man in beliebigem Abstand von einander nehmen kann, müssen selbstverständlich alle Farben liegen. Wenn man nun in dem Durchmesser G—V, der den Gegensatz der hellsten und der dunkelsten Farbe darstellt, den Maximalpunkt b mit dem Minimalpunkt s verbindet, so erhält man den Durchmesser des Helligkeitskreises, den man also nur zu halbiren braucht, um den Mittelpunkt zu finden, in dem man den Cirkel einzusetzen hat. Ebenso erhält man in dem Durchmesser O—B, der den Gegensatz zwischen der wärmsten und kältesten Farbe repräsentirt, durch Verbindung des Maximalpunktes f mit dem Minimalpunkt u den Durchmesser des Wärmekreises. Diese beiden Kreise müssen sich, da ihre Durchmesser nicht zusammenfallen, aber ihre Radien gleich sind, nothwendig schneiden (nämlich in n und m) und stellen zugleich, in dem Verhältniß ihrer sich deckenden zu den sich nicht deckenden Theilen, die Differenzen zwischen der Helligkeits- und Wärmeintensität für jede Farbe dar. Man erkennt also, daß die gegenseitige Lage der beiden Kreise durchaus durch die in den koncentrischen Kreisen liegenden Maximal- und Minimalpunkte sowohl der Helligkeit wie der Wärme bestimmt und gefordert ist.

Um die Beziehung der beiden, einander theilweise deckenden

Kreissegmente der Helligkeits- und Wärmeintensität deutlicher zu veranschaulichen, sind die außer- und innerhalb fallenden Partien durch Schraffirungen abgetönt, so daß für jede Farbe die betreffende Breite der sichelförmigen Fläche sowohl den Grad ihrer allgemeinen Intensität als zugleich das quantitative Verhältniß zwischen ihrem Helligkeits- und Wärmegrade darstellt. Beispielsweise haben Gelb und Orange gleiche allgemeine Intensität, weil ab = df, aber hinsichtlich der Helligkeit und Wärme stehen sie im umgekehrten Verhältniß, d. h. Orange gehört nur mit dem Streifen de der Helligkeitssphäre, Gelb nur mit dem Streifen ac der Wärmesphäre an; ebenso stehen Roth und Grün in solchem umgekehrten Verhältniß, d. h. die Wärme von Roth reicht von g—i, die Helligkeit nur von g—h, wogegen bei Grün die Helligkeit von p—k, die Wärme nur von l—k reicht. Vielleicht wird es dem Leser hierbei auffallen, daß das quantitative Verhältniß zwischen der Wärme- und Helligkeitsintensität bei diesen beiden Farben, wie es sich hier in den respektiven Längen der die Segmente durchschneidenden Linien darstellt, nicht unbeträchtlich von den in dem früher aufgestellten Schema[39]) gemachten Angaben (4 : 3 und 3 : 4) abweicht. Es ist aber dabei zu erwägen, daß in diesem Schema als Grenze der Gegensatz zwischen Licht und Finsterniß (1 : 0) in Rechnung gebracht war, so daß also dort alle Farben innerhalb desselben fallen, während hier Gelb und Violett einerseits in die Peripherie der Helligkeitsgrenze, Orange und Blau in die der Wärmegrenze fallen. Hierdurch muß selbstverständlich eine Differenz gegen das Schema entstehen, da die Lichtgrenze in diesem eine absolute, hier dagegen (das Licht in der Form relativer Helligkeit) nur eine relative ist.

Noch auf zwei Punkte ist bei unserer Figur 13 aufmerksam zu machen, weil in ihnen die Genauigkeit der mathematischen Konstruction in Beziehung auf die dadurch ausgedrückten konkreten Beziehungsverhältnisse zwischen den Farben auf höchst prägnante Weise zum Abdruck kommt, nämlich:

1. die polarisch entgegengesetzte Stellung der beiden Farben Gelborange und Blauviolett, welche je das Produkt der positiven, bezw. negativen Maxima sind, sofern Gelborange aus der hellsten und wärmsten, Blauviolett aus der dunkelsten und kältesten Farbe besteht; daher bei Gelborange die kombinirte Helligkeit und Wärme beiderseits von m—o reicht, während bei Gelb

die Wärme nur von a—c, bei Orange nur die Helligkeit von d—e sich ausdehnt, so daß sich Gelborange von beiden nur durch das kleine Minus my unterscheidet. Das Umgekehrte findet bei Blauviolett statt, das sich nur durch das kleine Plus nq von Blau und Violett unterscheidet, während es als Produkt der höchsten Dunkelheit und der höchsten Kälte nach beiden Seiten intensiver wirkt, da es zwar etwas kälter als Violett, aber dafür um ebensoviel dunkler als Blau ist.

2. Der in seinen Konsequenzen höchst bedeutungsvolle Umstand, daß die beiden Punkte x und z, in denen einerseits der Helligkeits-, andererseits der Wärmedurchmesser (ro—bn, rv—gn) von den beiden, die Helligkeit- und Wärmeintensität repräsentirenden Kreisen geschnitten werden, (entsprechend den gleichnamigen Punkten x und z auf der Aequatoriallinie in Fig. 12) genau sowohl in die Mitte des nicht schraffirten Theils von Figur 13 wie (in Fig. 12) in die Mitte zwischen die Maximal- und Minimal-Grenzlinien fallen; d. h. daß in diesen beiden Aequatoren Helligkeit und Wärme einander die Waage halten. Es ist dies ein schlagender Beweis von der Richtigkeit der durch die Konstructionen veranschaulichten Verhältnisse der beiden Elemente, die sich demgemäß jeder subjektiven Willkür entziehen nud insofern die objektiv sichere Grundlage für eine durchaus gesetzmäßige Farbentheorie bilden.

Auf diese Erörterung, die deshalb bis in die verhältnißmäßig unbedeutendsten Details sich vertiefen mußte, weil hier der eigentliche Schwerpunkt meiner Erklärung der Farbenerzeugung überhaupt und der differenten Natur der Farben im Besonderen, gegenüber allen bisherigen Erklärungsversuchen, liegt, gründet sich nun die Konsequenz, das Goethe'sche Urphänomen, d. h. die Entstehung des Kontrasts „Gelb — Blau", nicht als eine einfache Wirkung, den das Licht durch das Trübende erleidet, sondern als einen aus zwei differenten Modifikationsarten desselben kombinirten Prozeß aufzufassen; ferner aber die, daß die beiden Skalen, was damit nothwendig sich verbindet, nicht identisch, aber auch nicht konträr entgegengesetzt sind, sondern sich nur theilweise decken, indem die wärmste Farbe erst durch stärkere Trübung aus der hellsten (Orange aus Gelb) entsteht, während die kälteste (Blau) ebenfalls erst durch stärkere Trübung[40]) aus der dunkelsten (Violett) hervorgeht.

Es ist vorhin von zwei verschiedenen „Ausgleichpunkten" — richtiger Ausgleichdurchmessern — die Rede gewesen, in denen einerseits Licht und Finsterniß, andrerseits Wärme und Kälte einander gleichsam die Waage halten. In dieser Hinsicht ist nun eine erklärende Zwischenbemerkung darüber zu machen, aus welchem Grunde diese Ausgleiche nicht in dem edelsten komplementären Farbenpaar, „Roth-Grün", sich vereinigen, sondern in zwei getrennte komplementäre Mischfarbpaare (ro-bn, rv-gn) auseinander fallen müssen. Diese Frage scheint an sich wenig bedeutsam und doch liegt in ihr die wahre Ursache der Farbenerzeugung überhaupt ausgedrückt, d. h. ihre Beantwortung enthält die thatsächliche Vervollständigung des Goetheschen Urphänomens. Es liegt nämlich auf der Hand, daß, wenn der Ausgleich für die Helligkeits- wie für die Wärmeintensität in einen und denselben Durchmesser, nämlich eben Roth-Grün, fiele, d. h. wenn sich Roth weder an Helligkeit noch an Wärme von Grün unterschiede, diese beiden Farben überhaupt sich nicht unterscheiden könnten. Denn welcher Unterschied könnte noch zwischen zwei Farben existiren, die einander völlig gleich wären, insofern jede die Hälfte sowohl der Helligkeits- wie der Wärmeintensität repräsentirte? Hierin beruht auch der Irrthum Schopenhauers, der, weil er die Verschiedenheit der Wärmeintensität als unwesentlich ignorirt, Roth und Grün beiderseits hinsichtlich der Helligkeit = ½ setzt, oder, wie er sich ausdrückt, beide dahin bestimmt daß sie „die Thätigkeit der Retina genau halbiren" (s. sein Schema im Anhang Nr. 33). Eben weil die Farben sich nicht blos durch ihren Helligkeitsgrad, sondern zugleich, aber in davon differenter Weise, durch ihren Wärmegrad unterscheiden, sind sie allein qualitativ verschieden, d. h. überhaupt erst als Farben möglich. Es giebt daher unter den vielen Tausenden von Farben und Farbennüancen nicht eine einzige, die einer andern an Helligkeit und zugleich an Wärme gleich wäre. Wo der Helligkeitsgrad, wie z. B. zwischen Rothorange und Blaugrün, derselbe ist, stehen sie hinsichtlich der Wärme, wo der Wärmegrad, wie in Rothviolett und Gelbgrün, derselbe ist, stehen sie hinsichtlich der Helligkeit im Gegensatz, (s. Fig. 2.) Läge also der totale Ausgleich in Roth-Grün, d. h. besäßen diese beiden Farben denselben Helligkeits- und Wärmegrad, so würden sie überhaupt

nicht mehr „Roth-Grün", sondern beide ein zwischen Weiß und Schwarz die Mitte haltendes Grau darstellen, d. h. sowohl Wärme- wie Helligkeitsintensität würden sich in ihnen neutralisiren und, da jede von ihnen in beiden Beziehungen die Mitte zwischen 0 und 1 bildet, beide $= \frac{1}{2}$ sein, wie Schopenhauer will, der aber keine Ahnung davon hat, daß damit überhaupt die Eigenschaft der Farbigkeit vernichtet würde.

Es sind überhaupt in dem Verhältniß von Helligkeit und Wärme in den Farben nur vier Fälle denkbar, die wir — um die Frage endgültig zu erledigen — einzeln in Betracht ziehen wollen:

1. es existirten nur Helligkeits- (aber keine Wärme-) Unterschiede;
2. es existirten nur Wärme- (aber keine Helligkeits-) Unterschiede;
3. es existirten zwar Helligkeits- und Wärmeunterschiede, aber die beiden Skalen wären identisch, d. h. die hellste Farbe wäre zugleich die wärmste, die dunkelste zugleich die kälteste, woraus folgen würde, daß die dazwischen liegenden stets denselben Bruchtheil an Helligkeits- und Wärmeintensität repräsentirten;
4. es existirten zwar Helligkeits- und Wärmeunterschiede, aber in differentem Mischungsverhältniß bei jeder Farbe.

Im ersten Fall würden, wie schon erörtert, überhaupt keine Farben, sondern nur eine monotone Skala von Grau möglich sein, weil das Licht durch das Trübende nur eine quantitative Modifikation, d. h. eine einfache Schwächung, erlitte. Der zweite Fall ist überhaupt nicht denkbar, weil die Wärmeunterschiede nothwendig die Helligkeitsunterschiede einschließen und bedingen. Was den dritten Fall betrifft, so wurde oben bereits an dem Farbenpaar Roth-Grün gezeigt, daß bei diesem wenigstens dann die Farbigkeit überhaupt aufhören müßte. Daraus aber würde auch für die andern Farbenpaare dasselbe Resultat sich ergeben. Wenn nämlich, wie gezeigt, die Urfarbe Roth ganz ausfiele, so würde, da auch Grün, sein Komplement in Fortfall kommen müßte, nur Gelb und Blau übrig bleiben, weil Violett und Orange ja erst durch Mischung von Roth mit Blau bezw. Gelb entstehen. Existirte aber nur Gelb und Blau, so bedeutete das nichts Anderes, als es existirte — wie Goethe sein Urphä-

nomen definirt — nur „verdunkeltes Licht“ und „erhellte Finsterniß“, d. h. thatsächlich nur Weiß und Schwarz, nämlich eine nur im Grade verschiedene Schwächung des Lichts, mit andern Worten: die Farben hörten überhaupt als solche auf zu existiren. Auch hier zeigt sich wieder die eminente Wichtigkeit des Roth, da in der That der von Goethe fälschlich als polarer Gegensatz gefaßte Kontrast zwischen Gelb und Blau erst durch das hinzutretende Roth zur Möglichkeit, aber auch zur Nothwendigkeit der Farbenerzeugung geführt wird. In diesen unvermeidlichen Konsequenzen liegt mithin der unwiderlegliche Beweis für die oben aufgestellte Behauptung, daß die Differenz der Helligkeits- und der Wärmeintensität die nothwendige Bedingung der Farbenerzeugung und folglich die einzige Erklärung des Ursprungs der Farben enthält.

Roth und Grün stehen also, obgleich sie sich nach beiden Seiten hin nahe berühren, doch hinsichtlich der Helligkeits- und der Wärmeintensität in einem differenten Verhältniß zu einander; und zwar ist dies Verhältniß — wie früher durch die respektiven Schemata veranschaulicht ist — ein umgekehrtes, indem Roth um soviel wärmer als Grün, wie dieses heller als jenes, und umgekehrt jenes um so viel dunkler als Grün, wie dieses kälter als jenes ist; oder — wie das Schema es bezeichnet: Roth verhält sich zu Grün hinsichtlich der Wärmeintensität wie 4 : 3, hinsichtlich der Helligkeitsintensität wie 3 : 4. Die Thatsache selbst, nämlich der Grund dieses doppelten Verhältnisses, basirt darauf, daß Roth zwischen Orange und Violett liegt, die beide bezw. wärmer, aber auch dunkler als Gelb und Blau sind, zwischen denen Grün die Mitte bildet. — Indessen repräsentiren Roth und Grün trotz dieser doppelten Differenz oder vielmehr auf Grnnd derselben, da die beiden Verhältnisse einander die Waage halten, in ihrer komplementären Zusammengehörigkeit als Farbenpaar, wenn auch keinen gemeinsamen Ausgleichdurchmesser, so doch eine gemeinsame Ausgleichfläche, d. h. sie liegen zwischen den beiden differenten Durchmessern der Helligkeits- und Wärmeintensität in der genauen Mitte, während alle andern Farbenpaare in die sich deckenden Partien der beiden Skalen fallen[41]), daher jene auch (s. das Schema auf S. 45) bei ihrem Umtausch nur gegenseitig ihre Stelle wechseln, während weder Blau mit seinem Komplement Orange, sondern mit Violett, Gelb nicht mit dem seinigen, Violett,

sondern mit Orange die Stellen wechseln: wiederum ein Beweis dafür, daß das Farbenpaar Roth-Grün (und in diesem wieder vorzugsweise Roth, als Urfarbe) die wahrhafte Herrschaft im ganzen Farbenkreise behaupten und in demselben, gegenüber allen andern Farbenpaaren, eine ganz exceptionelle Stellung einnehmen. —

In einer speciellen Beziehung jedoch kann auch Roth-Grün als Ausgleichdurchmesser betrachtet werden, nämlich in ihrem Verhältniß zu dem Durchmesser Gelborange-Blauviolett, welcher — wie oben gezeigt — den polaren Gegensatz der kombinirten Maxima einerseits der Helligkeits- und Wärmeskala, andrerseits der Kälte- und Dunkelheitsskala darstellt. Wenn man daher, statt die beiden Skalen getrennt in Rechnung zu bringen, die Frage dahin stellt, welche Farben es sind, die einerseits die relativ höchste Helligkeit mit der relativ höchsten Wärme, andrerseits die relativ größte Dunkelheit mit der relativ größten Kälte verbinden und man diese Farben als diejenigen bestimmt, welche (eben durch solche Kombination) den stärksten Intensitätsgegensatz überhaupt repräsentiren — und diese Farben sind eben ausschließlich Bv und Go — dann kann man diesem polarischen Intensitätsgegensatz gegenüber Roth-Grün allerdings als Ausgleichdurchmesser betrachten. Hieraus erklärt sich auch die Thatsache, daß Roth-Grün auf jenem kombinirten Intensitätsdurchmesser Bv-Go rechtwinklich steht. Abgesehen aber von diesem Verhältniß ist es korrekter, statt von „Ausgleichpunkten" nur von Ausgleichflächen zu reden, welche durch die sich schneidenden Durchmesser der Helligkeits- und Wärmedurchmesser (Rv-Gn, Ro-Bn) begrenzt werden, und in denen Roth-Grün in der Mitte liegt.

Nach dieser Beschränkung des Ausdrucks „Ausgleichpunkte" auf den einer doppelten, durch die beiden Durchmesser der Helligkeits- und der Wärmeintensität begrenzten Ausgleichfläche, in welcher das Farbenpaar Roth-Grün liegt, ist zu der obigen Darlegung des Verhältnisses der quantitativen zur qualitativen Modifikationsfähigkeit des Lichts, d. h. zur Differenz seiner Helligkeits- und Wärmeintensität, noch resultatorisch zu bemerken, daß durch die Verbindung dieser beiden Elemente alle Requisite gegeben sind, welche zur Erklärung des Phänomens der Farbenerzeugung erforderlich sind; und zwar sowohl im physiologischen wie im physikalischen Sinne. — Im Grunde

ist nämlich — wie schon früher bemerkt — zuletzt doch, wenn es sich um die Erklärung der Farbenerscheinungen handelt, immer auf die Natur der Farbenempfindungen zurückzugehen. Es kann ja zugegeben werden, daß die Empfindung durch die Erscheinung bedingt ist, daß also in der physikalischen Natur des Lichts der Grund auch für die Empfindung liegt. Da wir aber nur durch diese etwas von der Natur der Erscheinung erfahren, weil ohne ein existirendes Auge weder für uns noch überhaupt Licht und Farben, sondern nur etwa Das, was die Physiker mit „Aetherschwingungen" bezeichnen, existiren würden (wie ohne ein Ohr kein Ton, sondern nur Luftschwingung): so ist schließlich das Auge und dessen Nerventhätigkeit, als Organ der Farbenempfindung, immer die letzte Instanz für die Entscheidung über die Frage nach der Natur der Erscheinung selbst. Von diesem Standpunkt aus ist also hinsichtlich der Erklärung der Farbenerzeugung zu sagen, daß, wenn von einer quantitativen und einer qualitativen Modifikationsfähigkeit des Lichts die Rede ist, dieser Unterschied — d. h. der zwischen der „Helligkeits-" und „Wärmeintensität" der Farben — thatsächlich als ein solcher in der Nerventhätigkeit des Auges aufzufassen ist. Denn ob das Licht überhaupt aus Aetherschwingungen besteht oder darauf beruht, das wissen nur die Herren Physiker, die, obschon sie stets mit einer gewissen Emphase das „Experiment", d. h. die thatsächliche Erfahrung, als Hauptbeweismittel für ihre Schlußfolgerungen behaupten, doch mit allen möglichen Hypothesen leicht bei der Hand sind (oder sie reden es sich wenigstens ein, daß sie es wissen); vom Standpunkt der strengen Wissenschaft dagegen ist nur zu behaupten, daß, weil wir mit dem Auge den Unterschied zwischen Helligkeits- und Wärmeintensität der Farben empfinden,[42]) daraus zunächst nur zu schließen ist, daß die Netzhaut verschiedener Arten von Nervenschwingungen oder, wie ich mich früher ausdrückte, differenter Schwingungsrichtungen der Nerven fähig ist, welche wir, indem wir sie auf ihre an sich unbekannte gegenständliche Ursachen beziehen, gleichsam nach außen projiciren, indem wir diese als „differente Aetherschwingungen" bezeichnen.

Diese Differenz in den Schwingungsrichtungen kann sogar, ohne irgend eine äußerliche Ursache, also rein physiologisch, verschiedene Theile der Netzhaut in eine Art komplementärer Beziehung bringen; komplementär jedoch nicht im Sinne qualita-

tiver Polarität, sondern in rein quantitativem Sinne als Ausgleich abstrakter Intensitätsempfindung. Wenn man z. B. seine Blicke einige Zeit auf einen grauen Fußweg gerichtet hält, der eine beleuchtete Grasfläche durchschneidet, und dann von dem Wege fort seitwärts auf die Grasfläche blickt, so wird sich auf dieser die Form des Weges als quantitativ komplementäres Spektrum durch höhere Intensität der grünen Farbe der Art bemerkbar machen, daß die das Spektrum begrenzenden Theile der Grasfläche gleichsam staubig dagegen erscheinen. Dies erklärt sich daraus, daß diejenigen Theile der Netzhaut, welche vorher durch das Bild des grauen Weges afficirt wurden, mehr in Ruhe waren, d. h. eine geringere Nervenschwingung erlitten, dadurch aber empfänglicher für den späteren Anblick des Grün blieben, während die andern Theile, welche durch die intensive Farbe der Grasfläche bereits afficirt waren, diese Empfänglichkeit beim Fortblicken nicht mehr besaßen. Daß diese rein extensive, d. h. lokale Theilbarkeit der Netzhaut mit der sog. „qualitativen Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina" Schopenhauer's nichts zu thun hat, braucht wohl nicht erst erläutert zu werden.

Bleiben wir daher bei der subjektiven Seite der Erscheinung stehen, welche allein für uns etwas Thatsächliches ist, so ergiebt sich die Erklärung des Goethe'schen „Urphänomens", mit der von mir als nothwendig erachteten Rektifikation und Vervollständigung, ziemlich einfach auf folgende Weise: Wenn — wie von diesem Standpunkt aus anzunehmen ist — die Empfindung für Helligkeits- und für Wärmeintensität auf der Verschiedenheit der Schwingungsrichtungen der Nerven der Netzhaut beruht, so könnte die Netzhaut, falls sie nur *einer* Schwingungsrichtung fähig wäre, nur Helligkeits-, aber keine Farbenunterschiede empfinden. — Dieser Fall findet in stärkerem oder schwächerem Grade bei der sog. „Farbenblindheit" statt. Der umgekehrte Fall dagegen, daß das Auge wohl Farben, aber nicht ihre Helligkeitsgrade unterscheiden könnte, ist — abgesehen davon, daß dafür kein Erfahrungsbeweis vorliegt — deshalb überhaupt undenkbar, weil die Empfindung für Wärmeintensität die für Helligkeitsintensität einschließt, da schon die Farben selbst *als solche* sich hinsichtlich ihres Helligkeitsgrades unterscheiden. — Hiernach — d. h. den normalen Zustand des Auges vorausgesetzt — entwickelt sich der Prozeß, der als „Farbenerzeugung" bezeichnet wurde, in der Art, daß das Licht zunächst durch die

leichteste Trübung jene Empfindung hervorruft, die wir als die hellste Farbe, d. h. als „Gelb", bezeichnen, d. h. es wird diejenige Schwingungsrichtung der Netzhautnerven überwiegen, welche der quantitativen Modifikationsfähigkeit des Lichts entspricht. Denn wenn auch das „Gelb" neben seiner intensiven Helligkeit bereits einen gewissen Grad von Wärme besitzt, also auch bereits die andere Schwingungsrichtung der Netzhautnerven hervorruft, welche der qualitativen Modifikationsfähigkeit des Lichts entspricht, so hat das Trübende, welches beide Modifikationen hervorruft, doch in Bezug auf die Verlangsamung der Bewegung des Lichts, d. h. auf seine Erwärmung, noch zu wenig Einfluß, als daß schon ein hoher Grad von Wärme erzeugt werden, d. h. daß jene zweite Schwingungsrichtung der ersten gleichkommen oder sie gar an Stärke übertreffen könnte. Dieser hohe und zwar höchste Grad der Erwärmung, d. h. der Verstärkung der (wie man sie der Kürze halber nennen kann) „qualitativen" Schwingungsrichtung der Netzhautnerven wird nun durch verstärkte Trübung, d. h. Hemmung des Lichts, in „Orange" erreicht, das mithin aus demselben Grunde eine um so geringere Lichtintensität zeigen muß, als es Zunahme an Wärme zeigt, mit anderen Worten: die „quantitative" Schwingungsrichtung nimmt bei dieser Farbenempfindung um soviel an Stärke ab als die „qualitative" gewinnt. Der weitere Fortgang in diesem Prozeß ergiebt sich hiernach — analog der obigen, vom objektiven Standpunkt aus angestellten Betrachtung — von selbst, indem nur den Ausdrücken „Helligkeits-" und „Wärmeintensität" der Farben die die subjektive Seite des Prozesses bezeichnenden Ausdrücke: „quantitative" und „qualitative Schwingungsrichtung der Netzhautnerven" substituirt werden, und ist eine Fortführung des Prozesses bis zu Ende in diesem subjektiven Sinne überflüssig.[43]) Der leichteren Verständlichkeit halber werde ich mich daher für die weitere Darstellung wieder der objektiven Ausdrücke bedienen.

Durch die Auffassung dieses Fortganges als eines physiologischen Prozesses gewinnt nun der Ausdruck „Ausgleichpunkt" noch eine neue Bedeutung, die von der obigen Definition einer Ausgleichfläche, in der ausschließlich das Farbenpaar Roth-Grün liegt, verschieden ist, insofern an derselben alle komplementären Farbengegensätze Theil nehmen. Dieser Ausgleich ist nämlich nichts anderes als der Begriff der Komplementarität

oder — was dasselbe ist — der „Ergänzungsfarbe" selbst. Das Phänomen der Komplementarität ist bereits früher beschrieben und dabei die Schopenhauer'sche Auffassung derselben, wonach sie auf einer „Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina" beruhen soll, als zu mechanischer Art zurückgewiesen worden.[44]) Vielmehr gründet sich das Phänomen offenbar auf einer zwar quantitativ totalen Affection der Netzhaut, die aber wesentlich in der Anspannung der Nerventhätigkeit nach einer bestimmten Richtung hin besteht. Indem nun mit dem Fortfallen der Ursache — nämlich beispielsweise der Fixirung der rothen Gardine oder des hellbeleuchteten grünen Wiesenflecks — auch die Wirkung auf die Netzhaut plötzlich aufhört, so können die nach einer bestimmten Richtung hin angespannten Nerven nicht sogleich wieder in den Indifferenzpunkt (den die graue Wand, worauf man jetzt blickt, repräsentirt), d. h. zu 0 zurückkehren, sondern sie müssen zunächst über diesen hinaus, eben des „Ausgleichs" ihrer Schwingungsrichtung halber, in den Gegensatz hinüberschwingen, so daß die rothe Gardine ein grünes, der grüne Wiesenfleck ein rothes Spektrum erzeugt, die beide rein subjektiver Natur sind. Man kann sich die Natur dieses Prozesses dadurch veranschaulichen, daß man die angespannten Nerven mit einem gespannten Seile vergleicht, welches, wenn es in der Mitte nach einer bestimmten Richtung hin gezogen und dann plötzlich losgelassen wird, nicht sogleich in die frühere ruhende Lage zurückkehrt, sondern zunächst darüber hinaus in die entgegengesetzte Richtung schwingt und so in immer kleineren Schwingungen erst allmälig zur Ruhe kommt. Wer ein in dieser Hinsicht empfindliches Auge besitzt, kann leicht — namentlich unmittelbar nach dem Erwachen, wo die Netzhaut die größte Empfindlichkeit besitzt — an sich selbst die Beobachtung machen, daß nach scharfer Fixirung z. B. eines hellbeleuchteten rothen Flecks zuerst ein grünes Spektrum erscheint, das nach einiger Zeit sich von selbst wieder in ein rothes und dann wieder in ein grünes verwandelt, bis die Schwingungsdurchmesser so klein werden, daß die Spektren überhaupt aufhören und die Ruhe, d. h. Abspannung der Nerventhätigkeit, eintritt; ein Moment, der nun erst die Lokalfarbe der grauen Wand erkennen läßt. Dieses Phänomen der rein subjektiven Verwandlung der Spektra selbst — ohne jede objektive Ursache — ist einer der schlagendsten Beweise gegen die Newton'sche Theorie, wonach die Entstehung

der Komplementärfarben lediglich durch Absorption der übrigen farbigen Strahlen, aus denen angeblich das Licht zusammengesetzt sein soll, erklärt wird. Diese Art des „Ausgleiches" haftet also jedem Farbenpaar, nicht blos dem von Roth-Grün, an, weil er das Wesen der Komplementarität selbst ausdrückt, ist mithin mit der früheren Bedeutung dieses Ausdrucks nicht zu verwechseln. — Ein Vergleich mit einem gespannten Seil oder auch mit einem von einem festen Punkte frei herabhängenden, mit einer Bleikugel am andern Ende beschwerten Faden veranschaulicht auch die Kombination der oben erwähnten doppelten Schwingungsrichtung der Netzhaut. Wenn man nämlich den Faden, indem man die Kugel in die Hand nimmt, zuerst in Schwingung versetzt und dann die Kugel nach einer Seite hin schleudert, so entsteht eine doppelte Bewegung, indem einmal die Kugel den Faden wie ein Pendel von einer nach der andern Seite zieht und außerdem die Wellenschwingungen des Fadens selbst fortdauern. Es entstehen dadurch die sog. Interferenzen in der Wellenbewegung, indem das Maximum der einen Bewegung entweder mit dem Maximum oder mit dem Minimum der anderen zusammentrifft, wodurch — im ersten Falle — Beschleunigung, im anderen Verlangsamung der Bewegung bezw. Verstärkung und Verminderung der Wellenhöhe eintritt. Analog kann man sich auch den Vorgang in den kombinirten Nervenschwingungen der Netzhaut vorstellen. Die Physiker, welche alle Erscheinungen nicht als die unbekannte Ursache subjektiver Empfindungen, sondern als objektive Thatsachen behandeln, verlegen dieses rein subjektive Moment der Interferenz in das Licht selbst, wobei sie die verschiedenen Wellenlängen und deren Durchmesser auf hunderttausendstel Theile eines Zolles berechnen zu können glauben und sogar genau nachweisen, an welchen Punkten die Maxima und Minima der Lichtinterferenzen zusammentreffen! — Kehren wir jedoch zu unserem Thema zurück.

In dem früher geschilderten Fortschritt von Gelb über Orange nach Roth und von diesem über Violett zu Blau, endlich von diesem über Grün zurück zu Gelb, wodurch der Farbenkreis in sich zum Abschluß kommt, habe ich nur deshalb die Grundfarben namhaft gemacht, weil diese gewissermaßen feste Knotenpunkte der Entwicklung bilden: wir kommen nämlich von der hellsten Farbe (Gelb) zunächst zur wärmsten (Orange),

dann zu der edelsten unter den Urfarben (Roth), dann zur dunkelsten (Violett), endlich zur kältesten (Blau), und von diesen über die wiederum edelste der drei komplementären Grundfarben (Grün) zurück zur hellsten (Gelb). Selbstverständlich ist aber dieser Fortschritt nicht als eine Reihe von Sprüngen aufzufassen, sondern als durchaus kontinuirlich; denn da die Zunahme der Trübung selbst als eine stetige zu denken ist, so muß auch ihre Wirkung sowohl auf die Veränderung der Helligkeits- wie der Wärmeintensität eine stetige sein, oder: zwischen Gelb und Orange — und ebenso zwischen Orange und Roth u. s. w. — liegt eine unendliche Reihe von Abstufungen, die sämmtlich als besondere Farbenerscheinungen vom Auge empfunden werden. Hierin, d. h. in dieser Stetigkeit der Uebergänge von einer Farbe zur andern, sowie auch, innerhalb derselben Farbe, von einer Nuance zur andern, besitzt die Farbenskala eine gewisse Aehnlichkeit mit der musikalischen Tonleiter. Denn auch die Töne scheiden sich nicht festbegrenzt von einander ab, sondern bilden eine kontinuirliche Reihenfolge, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man z. B. auf einem Saiteninstrument, das kein abgetheiltes Griffbrett hat, wie die Violine, eine Saite anschlägt und dann mit dem Finger vom Ende des Griffbretts herunterstreichend, sie allmälig verkürzt, wodurch ein kontinuirlich sich erhöhendes Heulen hervorgebracht wird; auch die menschliche Stimme vermag eine solche kontinuirliche Tonfolge hervorzubringen. — Gleichwohl haben die sieben Töne der Leiter und innerhalb dieser wieder einzelne bestimmte (Terz, Quinte, Oktave) ihre Berechtigung, in specifischer Weise als „Töne" bezeichnet zu werden, weil ihre Beziehung zu einander auf einem bestimmten Zahlenverhältniß ihrer Schwingungen beruht. Je rationeller dieses Verhältniß ist, desto harmonischer kündigt sich ihre Beziehung an. Aber der große Unterschied zwischen der Farbenskala und Tonleiter ist der, daß bei der letzteren jeder Ton als „Urton", d. h. als Basis für die Erzeugung einer solchen Leiter fungiren kann — hierauf beruhen die verschiedenen sog. „Tonarten", — während in der Farbenskala die Urfarben ein konstantes und identisches System bilden. In der musikalischen Tonleiter z. B. kann der Ton g, der doch eine ganz bestimmte Schwingungszahl hat, einmal als Quinte in der Tonart Cdur, ein anderes Mal als Oktave bei der Tonart Gdur fungiren, während reines Roth immer dasselbe Roth bleibt und niemals die Stelle des Gelb oder Blau ein-

nehmen kann. Auf dieser fundamentalen Differenz zwischen Farben und Tönen beruht auch die Unmöglichkeit, die beiden Skalen — trotz mancher Analogie zwischen Farbe und Ton — in einen widernatürlichen Parallelismus hineinzuzwängen.[4 5])

Daß das auf die Natur der Farben selbst, d. h. auf das festbegrenzte Verhältniß, welches zwischen ihrer Helligkeits- und ihrer Wärmeintensität herrscht, sich gründende System der Farben nur durch jene sechs festen Punkte, die ich als „Grund- oder einfache Farben" bezeichnet habe, repräsentirt wird, läßt sich gewissermaßen mit mathematischer Strenge beweisen, nämlich auf folgende Art: bezeichnet man die Helligkeit mit H, die Wärme mit W, ihre beiderseitigen Minima an Intensität mit m, ihre Maxima mit M, so sind zwischen beiden, sich, wie gezeigt, nur theilweise deckende Skalen, folgende Kombinationen möglich:

MH (Gelb) — MW (Orange) — mH (Violett) — mW (Blau) größte Helligkeit — größte Wärme — größte Dunkelheit — größte Kälte. Diese vier Farben fallen also in die sich deckenden Partien der beiden Skalen, während nun die beiden Ausgleichfarben, welche in die sich nicht deckenden Theile derselben fallen, Roth und Grün, noch hinzutreten, wovon Roth etwas dunkler, aber auch wärmer als Grün, dieses etwas heller, aber auch kälter als Roth ist, so daß sie durch diesen gegenseitigen Ausgleich zusammen das einzige komplementäre Farbenpaar bilden, dessen Theile genau in die Mitte zwischen beiden Skalen fallen. Damit haben sich diese 6 einfachen Farben als die wahren Grundfarben, d. h. als diejenigen erwiesen, auf deren systematische Beziehungen zu einander der ganze Farbenkreis mit seinen vielen Millionen von Farbenuancen sich gründet. Es ergiebt sich dies auch schon daraus, daß zu allen Zeiten und, soweit mir bekannt, bei allen kultivirten Völkern nur für diese sechs Farben bestimmte und feste Benennungen existiren, über deren specifische Bedeutung keinerlei Zweifel herrscht: „Gelb", „Orange", „Roth", „Violett", „Blau", „Grün", während die Namen der dazwischen liegenden Mischfarben entweder durch Zusammensetzung dieser Benennungen („Blaugrün", „Gelbgrün", „Rothviolett" u. s. w.) oder durch Namen, die von bestimmt gefärbten Naturdingen entlehnt werden, z. B. Purpur, pensée u. s. w. bezeichnet werden. Ja, der sprachliche Instinkt unterscheidet sogar zwischen Urfarben und Grundfarben, da nur jene (Gelb, Roth, Blau) specifische Farbenbenennungen sind, während „Orange" und „Violett" ebenfalls von der Farbe

bestimmter Naturdinge entnommen sind.[46]) Nur zwei Farben machen hiervon eine Ausnahme, nämlich „Grün", das, obwohl nicht Urfarbe, dennoch eine specifische Farbenbenennung ist, und „Braun" das, obwohl nur eine Nuance von einer Grundfarbe (dunkles Orange) diese Ehre mit Grün theilt. Dies erklärt sich daraus, daß „Grün", wie oben ausgeführt, seines vollkommenen Ausgleichs zwischen Blau und Gelb halber und als Komplement zu der edelsten Urfarbe (Roth), als Grundfarbe selber den edelsten und reinsten Charakter und daher fast den Werth einer Urfarbe besitzt, während „Braun" unter allen dunklen Nuancen allein die höchste Wärmeintensität behauptet. Wir werden indeß später sehen, daß auch die drei primären Mischfarbenpaare ihre bestimmten Functionen in dem System des Farbenkreises besitzen, sofern sie theils (wie ro · bn und rv · gn) an den Endpunkten der Halbirungsdurchmesser für die Helligkeits- und Wärmeintensität liegen, theils (wie bv und go) die extremen Produkte einerseits der höchsten Kälte und Dunkelheit, andererseits der höchsten Wärme und Helligkeit im Farbenkreise repräsentiren. Demzufolge können wir die sämmtlichen 12 Farben unseres Farbenkreises als „Hauptfarben" bezeichnen, unter denen sich 6 Grundfarben und unter diesen wieder 3 Urfarben unterscheiden lassen, welche also ein dreifaches Rangverhältniß zwischen den Farben darstellen.

Daß sich aus der Differenz zwischen der Helligkeits- und der Wärmeintensität der Farben wichtige Konsequenzen sowohl für die genauere Bestimmung ihrer harmonischen Beziehungen zu einander, wie für die Formulirung eines Gesetzes der Farbenharmonie ergeben müssen, dürfte schon jetzt einleuchten, da wir jene beiden Elemente selbst in ihrer Beziehung zu einander als durchaus gesetzmäßig und nothwendig erkannt haben. Ehe ich jedoch auf diese Konsequenzen übergehe, ist noch ein Punkt zu erledigen, der bereits mehrmals beiläufig zur Sprache gekommen ist, aber bisher nicht genauer erörtert werden konnte, nämlich die Thatsache, daß die durch Verbindung komplementärer Farben eintretende Aufhebung jeder Farbenwirkung, also Farblosigkeit, in dem einen Falle als „Weiß", in einem andern als „Schwarz", die hier die Surrogate für reines Licht und reine Finsterniß bilden, zur Erscheinung gelangt.

Diese Erscheinung ist, da Schwarz und Weiß doch offenbare Gegensätze bilden und zwar hinsichtlich der Helligkeit in

viel extremere Weise als irgend ein Farbenpaar des Farbenkreises, so auffallend, daß Göthe gegen allen Augenschein die Thatsache, wenigstens hinsichtlich der Erzeugung des Weißen, geradezu leugnete, indem er behauptete, selbst komplementäre prismatische Farben, wenn sie übereinander geführt werden, könnten nur ein „niederträchtiges Grau", aber kein Weiß hervorbringen, alle andern aber nur Schwarz, weil bei Neutralisation des Farbengegensatzes durch Mischung komplementärer Farben nur das jeder Farbe anhaftende Schattige (das σκιερόν) übrigbleiben könnte. Schon Schopenhauer bestreitet dies, vermag aber die Erscheinung selbst nur in sehr gezwungener und ungenügender Weise durch seine Auffassung der dabei in Frage kommenden Affection der Augennerven als „voller Thätigkeit und voller Unthätigkeit der Retina" zu erklären, während diese Erklärung auf Grund meiner Theorie von der Fähigkeit der Netzhaut, divergirende Nervenschwingungen zu kombiniren, sehr einfach und so zu sagen durch sich selbst evident ist. Betrachten wir zunächst das Thatsächliche, wobei es sich empfehlen wird, die beispielsweise anzuführenden Fälle in einer gewissen Ordnung, vom Materiellen zum relativ Immateriellen aufsteigend, vorzubringen. Auch ist zu bemerken, daß, wo im Folgenden von zwei Farben die Rede ist, stets nur komplementäre und auch vollkommen reine zu verstehen sind, da nur bei diesen die Erscheinung vorkommt.

A. Hiernach entsteht Schwarz:

1. Wenn zwei nicht transparente farbige Körper (Pigmente) trocken, in pulverisirter Form, also rein mechanisch mit einander gemischt werden. Da die Pulverisirung indeß niemals bis zur atomistischen Punktualität gehen kann, so wird auch nicht völlige Farblosigkeit, d. h. reines Schwarz, erzeugt werden, und nur der Totaleindruck wird, namentlich wenn man die Mischung nicht aus zu großer Nähe betrachtet, ein schwärzlicher, aber ohne Anklang an Farbigkeit, sein. —

2. Wenn diese beiden Pigmente, z. B. Karmin und Saftgrün, in flüssigem Zustande gemischt werden. Obwohl auch hier nur eine mechanische Verbindung stattfindet, wird die Mischung doch viel vollständiger, daher das Resultat, die Erzeugung des Schwarzen, ziemlich vollkommen sein. —

3. Wenn eine nicht ganz pastose, also etwas durchscheinende Farbe über eine andere, pastose, gedruckt wird. Auch hier ist das sich ergebende Schwarz, soweit dies überhaupt bei stofflichen Farben möglich ist, ziemlich vollkommen farblos. —

4. Wenn ein Lichtstrahl durch einen transparenten farbigen Körper, z. B. ein gefärbtes Glas, auf eine in polarem Gegensatz zu dieser Färbung stehende nicht durchsichtige Farbenfläche fällt. Hier erscheint die letztere ebenfalls schwarz, obwohl der Lichtstrahl, welcher trotz seiner Färbung durch das Glas immer einen verhältnißmäßigen Grad von Helligkeit behält, der von ihm getroffenen Farbenfläche und folglich dem Schwarz einen Theil dieser Helligkeit mittheilt. So erscheint eine rothe Fläche durch ein grünes Glas, eine blaue durch ein orangefarbenes, eine violette durch ein gelbes gesehen — oder umgekehrt — schwärzlich, während nicht komplementäre Farben nur die betreffende Mischfarbe geben, also z. B. eine blaue Fläche durch ein gelbes Glas (oder umgekehrt) gesehen oder beleuchtet — denn die Wirkung ist dieselbe, ob man das Glas vor das Auge hält und das Licht direkt auf die Farbenfläche fallen läßt, oder ob man das Licht durch das Glas auf die Fläche scheinen läßt und diese unmittelbar betrachtet — Grün gefärbt erscheinen wird. —

5. Wenn zwei durchsichtige Körper polarer Färbung mit einander verbunden werden und der Lichtstrahl durch beide auf eine neutrale Fläche fällt; z. B. bei Anwendung von zwei hinlänglich und gleich starken Gläsern, wovon das eine roth, das andere grün ist. Ja, eine hinter solche Gläser gehaltene Flamme verschwindet fast gänzlich dem hindurch schauenden Auge, während das Sonnenlicht nur einen sehr geschwächten, farblosen und schwärzlichen Schein zeigt. Dergleichen kombinirte Gläser kann man sich daher in zweckmäßiger Weise bei Beobachtung einer Sonnenfinsterniß bedienen, weil sie die direkte Betrachtung der vollen Sonnenscheibe gestatten. Verbindet man dagegen zwei grüne mit einem rothen Glase oder umgekehrt, oder hat das eine von beiden Gläsern die doppelte Stärke, so hebt sich das einfache Grün, bezw. Roth, mit dem andern einfachen Roth, bezw. Grün, auf, so daß die Flamme in der quantitativ überwiegenden Farbe, d. h. in dem einen Falle tiefdunkelgrün, im andern dunkelroth erscheint, ob-

wohl doch hier noch ein weiteres Farbenquantum, d. h. ein vermehrtes Schattiges, hinzugefügt wird. —

6. Sogar wenn man eine prismatische Farbe mit einem transparenten Körper von polarer Färbung, d. h. den rothen Streifen eines prismatischen Spektrums mit einem grünen Glase bedeckt oder durch dasselbe betrachtet, oder auch, wenn sie durch dasselbe hindurch beleuchtet wird, erscheint die Stelle ebenfalls schwarz. Das Experiment ist ein abermaliger Beweis gegen die Newton'sche Theorie von der Zusammensetzung des reinen Lichts aus sieben homogenen farbigen Lichtern; denn hiernach müßte die Stelle weiß erscheinen, da ja durch das hinzugefügte Komplement die sieben Farben wieder vereinigt sind.

Möglicher Weise giebt es noch verschiedene andere Kombinationen, welche Schwarz hervorbringen, z. B. die Verbindung farbiger Spiegelgläser mit den Farben undurchsichtiger und transparenter Körper u. s. w.; immer aber — und dies begründet allein den Unterschied zwischen der schwarzen und weißen Farblosigkeit — wird im ersten Falle als wesentlich bestimmender Faktor der Wirkung die Materialität der Färbung eine Rolle spielen, d. h. es wird nicht — wie bei der gegenseitigen Deckung rein prismatischer Farben polarer Färbung — eine durch doppelte Reflexion bewirkte Rückbrechung des Lichts in die ursprüngliche Richtung des Lichtstrahls stattfinden und in Folge dessen Weiß erzeugt werden, sondern es wird eine Refraction stattfinden, welche durch einen — sei es, wie bei transparenten Körpern partiellen, sei es, wie bei undurchsichtigen Körpern, totalen — Widerstand der Materie nothwendig auch zu einer, sei es partiellen, sei es totalen Ertödtung des Lichts, d. h. zu Schwarz führen muß. —

Als scheinbarer Gegenbeweis dagegen — nämlich als angeblicher Beweis dafür, daß auch die Verbindung oder Mischung stofflicher Farben den Eindruck des Weißen hervorbringe — pflegt die bekannte Drehscheibe angeführt zu werden, auf welcher sämmtliche Grundfarben in der durch den Regenbogen vorgezeichneten Ordnung aufgetragen sind, so daß sie einen in sich abgeschlossenen Farbenkreis bilden. Dieser Farbenkreis hat aber nicht blos ein schwarzes Centrum, sondern ist auch — dies ist wohl zu bemerken! — mit einem breiten schwarzen Streifen umgeben. Dreht man nun diese Scheibe, die in der Mitte

auf einem Stift befestigt ist, mit möglichster Geschwindigkeit um diesen Mittelpunkt, so soll, weil dabei angeblich die Netzhaut in annähernder Gleichzeitigkeit von sämmtlichen Farben getroffen wird, der Eindruck der des Weißen sein. Daß dies famose Experiment nichts als ein kindischer, ad majorem Newtoni gloriam erfundener Humbug ist, kann indeß so leicht nachgewiesen werden, daß es wahrhaft erstaunlich ist, wie noch heute in den physikalischen Lehrbüchern die lernbegierige Jugend damit im eigentlichen Sinne des Worts hinter's Licht geführt werden darf; ja, man ist versucht, diese Täuschung geradezu als perfide Unverschämtheit zu bezeichnen, wenn man bedenkt, daß schon Göthe vor länger als einem halben Jahrhundert in seinen Xenien sich darüber lustig gemacht hat.[47]) Was nämlich den Eindruck des scheinbaren Weiß hervorbringt, das Göthe bei einer andern Gelegenheit mit vollkommenem Recht ein „niederträchtiges Grau" nennt, ist nicht die Vermischung der Farben, d. h. ihre Neutralisation zum weißen Licht, sondern — was aber niemals hervorgehoben wird, und darin liegt die Perfidie — lediglich der Gegensatz zum Schwarz des Centrums und der Umgrenzung. Hierdurch allein erscheint das thatsächlich erzeugte unbestimmte Grau weißlich. Läßt man daher das schwarze Centrum und die schwarze Umgrenzung, die ja für das angeblich zu erzielende Resultat indifferent sind, fort, oder auch nur eins von beiden, so demaskirt sich das angebliche Weiß sofort als das, was es wirklich ist, nämlich als Schmutzfarbe; und zwar am stärksten in der Nähe der Peripherie, wenn der breite schwarze Rand fehlt, dagegen in der Nähe des Centrums, wenn dies nicht schwarz ist, und gerade hierin liegt der Beweis für die Täuschung.

B. Weiß entsteht ausschließlich nur bei Verbindung von Farben polarer Natur, welche aus einer Reflexion (nicht Refraction) entstehen; eine Bedingung, die am vollkommensten bei Deckung prismatischer Farben durch ihre polaren Gegensätze erfüllt wird. Hierauf beruht auch die von Newton als möglich geleugnete Erfindung des achromatischen Refraktors. Da bei der Brechung (durch das Prisma) immer zugleich auch eine Trübung und in Folge dessen sowohl eine Schwächung wie eine Verlangsamung des Lichtes stattfindet, so werden diejenigen Strahlen, welche mehr und öfter gebrochen werden, auch mehr getrübt, d. h. sowohl geschwächt wie verlangsamt, also zugleich verdunkelt

und erwärmt werden müssen. Bei konvex geschliffenen Gläsern werden die Strahlen am Rande nothwendig stärker gebrochen und zwar zweimal, beim Ein- und beim Austritt. Es folgt nun aber aus diesem Gesetz der Brechung als nothwendige Konsequenz, daß, je weiter sich ein Strahl von seiner ursprünglichen Richtung entfernt, er auch um so dunkler erscheinen, je mehr er aber durch Rückbrechung in seine ursprüngliche Richtung zurückgeführt wird, er um so mehr an Helligkeit wiedergewinnen muß. Nun sind aber die beiden Wirkungen der Trübung, nämlich Schwächung und Verlangsamung, als quantitative und qualitative Modificationen des Lichts, nicht identisch, d. h. Verdunkelung und Erwärmung stehen, wie oben ausführlich erklärt, nicht in parallelem Verhältniß, daher auf die Maxima, beziehungsweise die Minima der Helligkeits- und der Wärmeintensität nicht zusammenfallen. Hieraus folgt, daß die durch die Brechung am Rande des Konvexglases entstehende Farbe nicht einfach sein kann, sondern sich in eine warme und eine helle Nüance theilen muß; daher erklärt es sich, daß zunächst bei dem Konvexglase ein gelbrother Rand mit gelbem Saum erscheint. Bei dem Konkavglas findet nun aber die Brechung in entgegengesetzter Richtung statt, in Folge dessen die polaren Farben, nämlich ein blauer Rand mit violettem Saum, entstehen. Werden nun beide Gläser mit einander verbunden, so entsteht eine doppelte Deckung, bei welcher jedesmal eine Kombination von Helligkeits- und Wärmeintensität stattfindet, indem das helle und warme Gelbroth des Konvexglases auf das dunkle und kalte Blau des Konkavglases und zugleich das helle und kalte Gelb des Konvexglases auf das dunkle und warme Violett des Konkavglases fällt. Es findet also eine doppelte Neutralisation statt: nämlich von Wärme und Kälte einerseits und von Helligkeit und Dunkelheit andrerseits, welche sich gegenseitig zu 0, d. h. hier zu Weiß, aufheben müssen.[48])

An sich ist die Thatsache, daß je zwei komplementäre Farben, als Einheit gesetzt, vollkommene Farblosigkeit und zwar in extremer Weise: entweder als Weiß oder Schwarz, erzeugen, auch insofern von Interesse, als damit der augenscheinliche Beweis von der Identität dieser beiden „Farben" im Gegensatz zu den Farben im eigentlichen Sinne geliefert wird. Als Surrogate von Licht und Finsterniß bethätigen sie zugleich, daß absolutes Licht und absoluter Mangel desselben in gleicher Weise farblos

und kalt sind; ein Beweis, daß nicht die Helligkeitsdifferenz, d. h. das „Schattige" Göthes, den wesentlichen Character der Farben und ihre Entstehungsursache begründet, sondern lediglich ihre Wärmedifferenz, allerdings in Verbindung mit der Helligkeitsdifferenz. Der Grund aber, aus welchem in einem Falle Weiß, im andern Schwarz aus der Vereinigung komplementarer Farben entsteht, und die oben als Unterschied von Reflexion und Refraction bezeichnet wurde, beruht einfach darin, daß Weiß nur das Resultat eines physiologischen, Schwarz dagegen außerdem das Resultat eines materiell physikalischen Prozesses ist. Mit andern Worten: Die prismatischen Farben, sowie alle Reflexerscheinungen überhaupt, haften nicht an den Dingen, sondern existiren nur im Auge als differente Nervenschwingungen, wogegen die den Körpern ihrer Natur nach anhaftenden Farben (die sog. „chemischen" Farben Goethes, die ich konstante Farben nenne) zwar im Auge ebenfalls als bestimmte Nervenschwingungen existiren, zugleich aber auch objektive Bedeutung haben, sofern sie die konstant-materielle Ursache der Farbenempfindung sind.

Die prismatischen Farben sind deshalb ausschließlich physiologischer Natur, weil sie auf einer reinen, nur durch abstrakte Trübung bewirkten Modifikation der Lichtsubstanz beruhen, welcher eine analoge Modifikation der Nervensubstanz der Netzhaut — mag man diese nun als Schwingung, Undulation oder sonst wie bezeichnen — entspricht. Da nun diese Nervenschwingung — wie die Entstehung des subjektiven komplementaren Spektrums nach Fixirung einer bestimmten Farbe beweist — eine Gegensätzlichkeit der Richtung involvirt, welche durch das Bedürfniß des Ausgleichs gefordert wird, so ist einleuchtend, daß, wenn ein solcher Ausgleich von vornherein, d. h. durch Vereinigung der Gegensätze, oder — was dasselbe ist — durch gleichzeitige Gegenwirkung zweier Schwingungsrichtungen der Netzhautnerven stattfindet, es überhaupt gar nicht zur Schwingung kommt, so daß nicht die eine oder die ihr entgegengesetzte Farbe, sondern ihre Neutralisation zum indifferenten Lichteindruck bewirkt werden muß. Bei der konstanten Farbe dagegen kann eine solche Neutralisation zur reinen Helligkeit nicht stattfinden, weil sie eben konstant ist, d. h. nicht durch die Vereinigung mit ihrem Gegensatz *verschwindet*. In Folge dessen wird zwar auch eine Indifferenz hervorgebracht, weil es sich doch immer um ein polares Farbenpaar handelt, aber sie kann als Ausgleich der Gegensätze nicht

zu reiner Lichtempfindung führen, welche nur aus einer gegenseitigen Verzehrung der polar Entgegengesetzten hervorzugehen vermag, sondern, da die konstante Farbe eine bleibende ist, so kann sie auch nicht verzehrt werden, und es kann höchstens, durch die Einwirkung der ihr polar entgegengesetzten, eine negative Neutralisation des Lichts, d. h. eine Ertödtung desselben, also der Eindruck des Schwarzen, die Folge sein.

Der Unterschied zwischen der Erzeugung des Weißen und Schwarzen, die beiderseits auf einer Neutralisation des polaren Gegensatzes beruht, ist also kurz einerseits als Restitution des Lichts, andererseits als Ertödtung desselben zu fassen, und er beruht, wie bemerkt, lediglich auf der Differenz zwischen der rein physiologischen Farbenempfindung und der physikalischen, oder, wenn man will, materiellen und konstanten, nämlich der Materie der Körper konstant anhaftenden Farbenerscheinung. Wo daher irgendwie bei der Farbenerzeugung die stoffliche Natur der Körper eine Rolle spielt, kann bei der Verbindung komplementärer Gegensätze immer nur Schwarz statt Weiß entstehen. Wenn hier von einer „Restitution" und „Ertödtung" des Lichts die Rede ist, so braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden, daß diese Ausdrücke cum grano salis, d. h. nicht im absoluten Sinne zu nehmen sind; sondern da in allen Fällen immerhin eine Trübung, d. h. eine Beschränkung, sowohl nach der positiven wie nach der negativen Seite hin stattfindet, so entsteht weder völlige Restitution noch völlige Ertödtung des Lichts, d. h. Finsterniß, sondern nur Weiß und Schwarz, d. h. die Surrogate von Luft und Finsterniß[49]).

Dieser Erklärung des Phänomens, namentlich hinsichtlich der Entstehung des Weißen, die oben ausschließlich einem physiologischen Prozeß zugeschrieben wurde, scheinen nun einige Beobachtungen zu widersprechen, die ich auch deshalb anführen will, weil sie an sich von hohem Interesse sind, insofern sie das Gesetz der Neutralisation in augenscheinlicher Weise bestätigen. Der obige Satz nämlich, daß, wo irgend die Materialität der körperlichen Farbenerscheinung sich an der Wirkung betheiligt, niemals im gegebenen Falle Weiß, sondern immer Schwarz das Resultat der Verbindung polar entgegengesetzter Farben sein müsse, erleidet anscheinend durch folgende Thatsachen eine Beschränkung: 1. Eine hellviolette Blume, also ein Gegenstand von konstanter Farbe, z. B. die Blüthe des spanischen Flieders, er-

scheint bei gelbem Lampenlicht, ja selbst schon im Mondlicht, weißlich entfärbt (nicht schwarz). Die Farbenveränderung selbst erkärt sich aus der Neutralisation des Violetts durch seinen komplementären Gegensatz (Gelb). 2. Wenn man auf einen Spiegel von blauem Glase ein orangefarbenes Licht fallen läßt, wo also offenbar eine Verbindung einer stofflichen Farbenerscheinung mit einem farbigen Licht stattfindet, entsteht ebenfalls nicht Schwarz, sondern ein schwaches Weiß. 3. Besonders interessant aber ist die schon von Schopenhauer angeführte Herstellung des weißen Glases aus Grün und Roth. Ursprünglich ist nämlich, wie bekannt, aller Glasfluß grün, wovon der Eisengehalt desselben die Ursache ist. Um dieses Grün nun herauszubringen, d. h. um es zu Weiß zu neutralisiren, hat man in empirischer Weise das Mittel gefunden, dem grünen Glasfluß Braunstein, d. h. ein Manganoxyd, hinzuzusetzen, welches, wenn es zum bereits weißen Glase hinzugefügt wird, dasselbe rothviolett färbt, während es den grünen Glasfluß entfärbt, so daß das Glas weiß erscheint. Sein Roth nämlich neutralisirt, wenn es im richtigen Verhältniß dem grünen Glasfluß beigemischt wird, das komplementäre Grün des letzteren, und das Glas erscheint farblos, d. h. als durchsichtiger Körper gewährt es nun dem Licht freien Durchgang, ohne ferner seine Substanz zu modificiren. — Man sieht aber leicht, worin der Grund dieser scheinbaren Abweichungen von der Regel liegt: in allen diesen Fällen handelt es sich nämlich um Kombination von transparenten oder spiegelnden Körpern oder doch um solche, worin die Helligkeit des Lichtes zwar gedämpft, aber nicht völlig aufgehoben wird. Die daraus entstehende Farblosigkeit kann daher nicht zur Lichtintensität, aber auch nicht zur völligen Ertödtung seiner Helligkeit führen. — Hiermit können wir diese Erörterung über den Grund des Unterschiedes zwischen der Entstehung des Weißen und Schwarzen aus der Verbindung komplementarer Farben und damit über die wahre Ursache der Entstehung der Farben überhaupt abschließen, um uns zu dem zweiten Theil unsrer Aufgabe, nämlich zur Darlegung der aus dem entwickelten Princip sich ergebenden Konsequenzen für die Aufstellung eines Gesetzes der Farbenharmonie zu werden.

Die zweite Abtheilung: „**Das Gesetz der Farbenharmonie in seiner Anwendung auf das Gebiet der Kunstindustrie.** Mit einer Farbentafel." befindet sich in Heft 415 dieser Sammlung.

Anmerkungen.

1. (zu Seite 1.) Für diejenigen Leser, welche wenigstens nach einer allgemeinen Vorstellung von diesen Unterschieden Verlangen tragen, bemerke ich, daß zunächst der Unterschied zwischen „subjektiver" und „objektiver" Farbe darin beruht, daß die erstere Bedeutung sich durchaus auf die Nervenempfindung des Auges beschränkt, d. h. die Wirkung einer (vorläufig unbekannten, wenn überhaupt erkennbaren) Ursache ist, welche sich auf die Natur des Lichts gründet, während diese Ursache selbst, auf welche aus jener Wirkung geschlossen wird, objektive Farbe genannt wird; kurz: die subjektive Farbe ist Farbenempfindung, die objektive Farbenerscheinung. Beide sind übrigens nicht immer identisch, wie das sog. komplementäre Spektrum beweist, d. h. diejenige Farbenempfindung, welche im Auge hervorgebracht wird, wenn dasselbe eine Zeitlang eine bestimmte Farbenerscheinung betrachtet (z. B. ein ein Stück scharf von der Sonne beleuchteter Grasfläche) und dann plötzlich auf eine neutrale Fläche (z. B. eine graue Wand) blickt, in welchem Falle dann dasselbe Stück, aber in dem entgegengesetzten Farbenton, (also hier roth) sich darstellt. Das Grün der Wiese ist daher zunächst als Erscheinung objektiv, sodann als direkte Augennervenempfindung subjektiv; das Roth des darauf folgenden Spektrums dagegen nur subjektiv.

Außer diesem allgemeinen Gegensatz zwischen subjektiver und objektiver Farbe versteht man dann unter „Farben" auch die materiellen Farbstoffe selbst, z. B. Zinnober, Indigo, Ultramarin u. s. f., welche theils mineralischer, theils vegetabilischer Art sind und „Pigmente" genannt werden. Was nun die im Text erwähnten Unterschiede der objektiven Farbe — und zwar zunächst zwischen chemischer und physikalischer Farbe — betrifft, so versteht man unter der ersteren die einem Gegenstande als diesem bestimmten stofflichen Dinge ad- oder inhärirende Farbe, in welche Kategorie also nicht nur die erwähnten Farben der Pigmente, sondern auch die der Blumen, überhaupt was man unter Naturfarben der Dinge begreift, gehören. Physikalische dagegen heißen dieselben Farben, sofern man sie unter dem Gesichtspunkt ihrer qualitativen Differenzen betrachtet, z. B. wenn man das Grün als eine Mischung von Blau und Gelb oder als Komplement von Roth definirt. Das Verhältniß zwischen der chemischen und physikalischen bezw. physiologischen Farbe (d. h. der physikalischen in ihrer Beziehung auf die Nervenempfindung des Auges) bildet den wesentlichsten Differenzpunkt zwischen der Theorie Newton's und Goethe's. — Letzterer unterscheidet dann weiter die letzteren noch 1. als dioptrische oder sog. prismatische (Regenbogen-) Farben, 2. als durch Absorption und damit verbundene partielle Reflexion entstehende katoptrische, 3. als durch sog. „Interferenz des Lichts" bei der Reflexion entstehende epoptische, 4. als in gleichem Falle bei der Beugung des Lichts entstehende paroptische, 5. endlich als in gleichem Falle durch Polarisirung des Lichts entstehende entoptische Farben.

2. (zu S. 3.) Geruch und Geschmack kann man, im Unterschiede von der mechanischen Natur des Tastsinns, chemische Sinne

nennen. Ihre Empfindung beruht auf der Auflösung der Materie; namentlich findet dies beim Geschmack statt, der daher auch wesentlich der für die Ernährung, d. h. Transsubstantiation der Stoffe in dem Organismus des schmeckenden Subjekts, wirkende Sinn ist.

3. (zu S. 3.) Das Weiche und Harte, das Warme und Kalte u. s. f. hat ohnehin mit der Formvorstellung, die durch das Auge vermittelt wird, nichts zu thun; ein Beweis, daß diese letztere, im Vergleich mit der durch den Tastsinn vermittelten, abstrakter Natur ist. Andrerseits ist die durch den Tastsinn vermittelte Formvorstellung, gegenüber der durch das Auge vermittelten, in so enge Grenzen eingeschlossen, daß sie auch in ästhetischer Beziehung gar keinen Vergleich zuläßt. Welche Vorstellung kann sich beispielsweise der Blinde von der Form überhaupt und dem Formenreichthum insbesondere eines Cölner Doms, ja von der Gestalt nur eines gewöhnlichen Hauses durch das Betasten seiner Flächen, Ecken u. s. f. machen? Abgesehen davon, daß alle über den unmittelbaren Bereich seiner Hände hinausgehenden Gegenstände für ihn überhaupt nicht existiren, entgehen ihm auch da, wo er sie wirklich berühren kann, die nothwendigsten Requisite für die ästhetische und überhaupt optische Formanschauung, nämlich außer der perspektivischen Erscheinung der Dinge auch der Ueberblick über ihre Theile, die nur in ihrem Zusammenhang die Vorstellung ihrer Einheit als eines Ganzen gewähren können, und die mit der perspektivischen Erscheinung zusammenhängenden Unterschiede der Nähe und Ferne. Und gerade in letzter Beziehung wird es ihm, wenn er wieder sehend wird, unmöglich sein, ohne durch allmälige Erfahrung über die Identität des Getasteten mit dem Gesehenen belehrt zu werden, die blos gesehenen Formen sogleich als solche zu erkennen und auf die Tastvorstellung zu beziehen.

4. (zu S. 10.) Dies mag auch Schiller vorgeschwebt haben, als er den Frauen die schöne Aufgabe zuerkannte, „himmlische Rosen in's irdische Leben zu flechten."

5. (zu S. 11.) Allerdings liegt die Berechtigung solcher Staffagen nicht ausschließlich im Kostüm; sonst könnten ja als figürliche Staffagen für Landschaften auch venetianische Nobili und Hofcavaliere im Rokokokostüm gewählt werden, die an Buntheit der Farben nichts zu wünschen übrig lassen. In der That suchen auch manche Maler hierin ihre besondere Specialität — ob mit ästhetischer Berechtigung, ist eine andere Frage —. Vielmehr gründet sich die Wahl der im Text beispielsweise angeführten Staffagen wesentlich darauf, daß solche Individuen gleichsam, wie die Natur selbst, zeitlos sind, weil sie allen Zeiten angehören und deshalb — nämlich durch den unmittelbaren Zusammenhang mit der Natur — gegen diese für das Gefühl des Anschauenden keinen Widerspruch enthalten, was bei allen durch die Zeit einer bestimmten Kulturstufe angehörenden Kostümfiguren immer der Fall sein wird. Aus demselben Grunde eignen sich auch zu solchen Naturstaffagen Bauern, Hirten, Jäger u. s. f., überhaupt alle an keine bestimmte Zeitkultur erinnernden Gestalten, bei denen ja das Kostüm hinsichtlich des Farbenreichthums oft wenig oder gar nicht in Betracht kommt. Dagegen passen antike, mittelalterliche, Renaissance- und Rokokokostüme, trotz ihres oft glänzenden Farbenreichthums, nicht zu Naturstaffagen, wenn die dargestellte Landschaft nicht selber solchen künstlich gemachten Zeitcharakter (wie z. B. in den französischen Rokokogärten) trägt; andrerseits passen sie durchaus naturgemäß als Staffage für historisch bestimmte architektonische Interieurs.

6. (zu S. 12). In seinen Xenien zur Farbenlehre charakterisirt daher Goethe diese „Farben" durch folgenden Vers:

„Schwarz und Weiß, eine Todtenschau,
Geben, vermischt, ein niederträchtig Grau."

7. (zu S. 14.) Für diejenigen Leser, denen ein physikalisches Lehrbuch nicht zu Gebote steht, bemerke ich, daß außer der Retina, welche das specielle Organ für die Empfindung der Licht- und Farbenunterschiede ist, sofern sich auf ihr das Bild des gesehenen Gegenstandes, und zwar, aus optischen Gründen, in umgekehrter Stellung, abspiegelt, um dann durch die, gleichsam telegraphische, Vermittlung des Augennerven in's Gehirn und damit schließlich in die bewußte Vorstellung übertragen zu werden, noch folgende Häute unterschieden werden: 1. die Bindehaut, welche eine sehr zart und durchsichtig werdende Fortsetzung der Augenliderhaut ist und den äußeren Ueberzug des Auges bildet. Unter ihr und mit ihr durch ein äußerst feines Zellgewebe verbunden liegt zunächst 2. die weiße Haut, als sehnige Fortsetzung der geraden Augenmuskeln, welche als das Weiße des Augapfels durchschimmert; ferner 3. die Hornhaut, eine durchsichtige Augenhaut, die, durch die wässrige Feuchtigkeit des Auges gespannt, ein kleineres Kugelsegment vor dem Augapfel bildet und am Rande desselben 4. in die sog. harte Augenhaut gewissermaaßen eingefalzt ist. Letztere, welche sehniger Natur ist und dem Augapfel seine runde Form verleiht, erscheint vorn kreisförmig ausgeschnitten und hinten durch den Augennerven durchbrochen. Dann folgt als weitere innere Schicht 5. die Gefäß- oder Aderhaut, welche eine ähnliche Gestalt hat; ferner 6. die sog. Iris oder Regenbogenhaut, welche die Farbe des Auges (Augenstern) bildet und die Erweiterung und Verengerung der Pupille bewirkt. Außer diesen Häuten besteht das Innere des Auges wesentlich aus dem sog. Glaskörper, einer klaren, nicht gerinnbaren Feuchtigkeit und der darin vorn eingesenkten Krystalllinse, welche durch ihre konvexe Form die Brechung der in's Auge fallenden Lichtstrahlen regulirt und dieselben mit der Netzhaut vermittelt. Diese Linse ist für das Sehen insofern ein wichtiger Körper, als z. B. ihre Trübung jene Augenkrankheit hervorruft, die man „grauen Staar" nennt. Dies dürfte im Wesentlichen Alles sein, was zum Verständniß des im Text über das Sehen Vorzubringende erforderlich ist.

8. (zu S. 15.) Ganz ähnlich verhält sich der Verstand zur Nerventhätigkeit des Ohrs, z. B. wenn wir bei mehrstimmigem Gesange oder wenn zwei oder mehr Personen gleichzeitig reden, unsre Aufmerksamkeit nur auf eine Stimme richten; ja, was das Sehen betrifft, so ist man im Stande, einen Gegenstand zu fixiren, d. h. die Achse des Auges auf ihn zu richten, zugleich aber nicht diesen, sondern andere in seiner Nähe befindliche Gegenstände zu sehen, ohne die Stellung der Achse zu ändern. Wenn man sich nun bei diesem Versuche genau beobachtet, so wird man leicht erkennen, daß in dem Augenblick — so verschwindend klein er sein mag —, in welchem man die seitlichen Gegenstände betrachtet (ohne sie zu fixiren), der fixirte Gegenstand von uns nicht gesehen, d. h. daß sein Bild in diesem Augenblick vom Bewußtsein nicht erfaßt wird. Man erkennt hieraus die unbedingte Nothwendigkeit der Verstandesthätigkeit für das Sehen, wie für die Sinneswahrnehmung überhaupt.

9. (zu S. 15.) Dies richtet sich nicht blos gegen den abstrakten Idealismus, sondern auch gegen den abstrakten Materialismus. Wenn

das Bewußtsein, das Erkennen überhaupt, nichts weiter als das unbedingt nothwendige Resultat äußerlicher Wirkung auf die Sinne wäre — „wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft", sagt der Materialist Haeckel —, wenn also der Verstand in keiner Weise autonom fungiren könnte, so würden die angeführten Thatsachen durchaus undenkbar sein, d. h. es wäre unmöglich, die innere Anschauung von der äußeren zu trennen; wir müßten z. B. einen Gegenstand, auf den wir unsern Blick richten, unter allen Umständen, und nur ihn, sehen, während wir doch, mit völliger Abstraction von solcher mechanischen Wirkung auf das Auge, an etwas ganz Anderes zu denken, ja sogar ein anderes Bild lebendig vor der inneren Vorstellung hervorzurufen vermögen.

10. (zu S. 15.) Der Grund der Umkehrung liegt darin, daß die Strahlen, welche von oben durch die Pupille einfallen, nach unten und umgekehrt, die von rechts nach links und umgekehrt auf die Netzhaut treffen. Wenn übrigens Schopenhauer, dessen Auffassung des Vorgangs ich im Wesentlichen zustimme — wie wenig Werth ich im Uebrigen auf seine Aesthetik im engeren Sinne des Wortes legen kann — gegen die Annahme, daß auf der Netzhaut sich ein wirkliches (umgekehrtes) Bild des Gegenstandes projicire, protestirt und nur im Allgemeinen von einem „Eindruck, den die Lichtstrahlen auf die Nervensubstanz der Retina machen", wissen will, ja hinzusetzt, daß, wenn solches Abbild wirklich auf der Netzhaut sich projicirte, dies dann nothwendig verkehrt gesehen werden müsse, so steht nicht nur letzterer Schluß mit seiner eignen Theorie von der Mitwirkung des Verstandes, sondern sein Protest auch mit der thatsächlichen Beobachtung, die man mit anatomisch-präparirten Augen, z. B. von todten Kälbern, gemacht hat, in Widerspruch. Er verwechselt offenbar das Sehen dieses Bildes durch das betreffende Auge selbst mit dem Gesehenwerden desselben durch ein fremdes Auge. Wenn daher auch der Anatom das Bild im Kälberauge verkehrt sieht, so würde doch das Kalb selbst dies Bild aufrecht gesehen haben.

Uebrigens findet eine ganz analoge, ebenfalls nur auf ideelle Weise, nämlich durch Mitwirkung der Verstandesthätigkeit, erklärbare Rektifikation bei der Einfachheit des doppelten Sehens, d. h. des Sehens mit zwei Augen, statt. Denn daß thatsächlich von einem Gegenstande, auf den wir die beiden Augenachsen richten, zwei verschiedene Bilder auf die beiden Netzhäute fallen, ergiebt sich aus der leicht zu machenden Beobachtung, daß bei der Fixirung eines fernen Gegenstandes die zwischen ihm und dem Auge liegenden näheren Gegenstände doppelt und umgekehrt: bei der Fixirung eines nahen Gegenstandes die ferneren Gegenstände ebenfalls doppelt erscheinen. Man halte z. B. einen Finger etwa einen Fuß entfernt aufrecht vor die Augen und fixire dann, dabei nahe vorbeisehend, einen mindestens 5—6 Fuß entfernten Gegenstand, der in derselben Richtung liegt, so wird der Finger doppelt erscheinen. Fixirt man, ohne die Stellung des Fingers zu ändern, diesen letzteren, so wird der entferntere Gegenstand doppelt erscheinen, weil, wenn der optische Winkel in dem einen fixirten Punkte geschlossen wird, der andere nothwendig in die beiden divergirenden Augenachsen fällt, welche die Schenkel des Winkels bilden, d. h. für jedes Auge ein selbstständiges Bild giebt. Erst durch diese Schließung des optischen Winkels in einem Punkte kann daher eine gegenseitige Deckung beider Bilder stattfinden. Hierauf beruht auch das sog. stereoskopische

Sehen, welches darin besteht, daß jedem Auge ein gleiches Bild vorgeführt wird und die Augen (durch verschiedene Röhren) genöthigt werden, je eins von den beiden Bildern zu betrachten. Hierdurch decken sich dieselben für die Vorstellung, d. h. sie fließen zu einem Bilde zusammen; zugleich findet eine scheinbare Vergrößerung statt (ohne daß hierzu Vergrößerungsgläser erforderlich sind), und zwar deshalb, weil die Augenachsen in parallele Stellung gebracht werden, was beim gewöhnlichen Sehen nur annäherungsweise bei Fixirung sehr entfernter Gegenstände geschieht. Der Vorstellung wird also die Illusion erregt, daß der Gegenstand der beiden identischen Bilder entfernter und folglich größer sei als er in Wirklichkeit sich darstellt. Tritt nun, um den Vorgang beim stereoskopischen Sehen, nämlich hinsichtlich der plastischen Wirkung desselben, zu vervollständigen, noch hinzu, daß das für das rechte Auge bestimmte Bild den Gegenstand etwas mehr von der rechten Seite, das für das linke Auge bestimmte denselben etwas mehr von der linken Seite zeigt, so decken sich die beiden Bilder in ihren jeseitigen Hauptpartien. Dagegen scheint man auf beiden Seiten etwas um den Gegenstand herumzublicken, d. h. man sieht ihn, obwohl er nur flächenhaft dargestellt ist, plastisch, wie dies in der Wirklichkeit nur bei körperlichen Gegenständen stattfindet. Die umgekehrte Illusion findet beim Sehen von Flächendarstellungen mit einem Auge statt: hier erscheinen die Gegenstände größer und auch gewissermaßen plastischer als beim Sehen mit beiden Augen, weil im letzteren Falle das beim Sehen wirklicher Gegenstände stattfindende plastische Sehen fehlt, während es beim Sehen mit einem Auge nicht entbehrt wird. Namentlich ist dies auffallend bei Betrachtuug von Holzschnitten, die archetiktonische Ansichten darstellen: diese erscheinen einem Auge meist nicht nur größer, sondern auch plastischer, als wenn sie mit beiden Augen betrachtet werden. —

Die oben erwähnte Einfachheit des doppelten Sehens in Verbindung mit dem Aufrechtsehen läßt sich, was auch Schopenhauer erwähnt, mit einer analogen Erfahrung beim Tasten vergleichen, die darin besteht, daß, wenn man mit gekreuztem Zeige- und Mittelfinger auf einer kugelförmigen Fläche hin- und herfährt, der Vorstellung die Illusion erregt wird, als ob man zwei verschiedene Kugeln berühre. Die Vorstellung von der Einheit des Gegenstandes hat nämlich die gewöhnliche Lage der Finger zur Voraussetzung; wird diese Lage nun verändert, d. h. die Finger so gestellt, daß nicht die rechte Seite des Zeigefingers die linke des Mittelfingers, sondern umgekehrt die linke des Zeigefingers die rechte des Mittelfingers berührt, so empfinden die Finger denselben Gegenstand nothwendig als einen verschiedenen; nämlich der Zeigefinger empfindet ihn, statt links, von sich rechts, der Mittelfinger statt rechts, links: dies ist aber bei richtiger Fingerstellung nur dann möglich, wenn sich ein Gegenstand in Wirklichkeit sowohl für den Zeigefinger links wie für den Mittelfinger rechts befindet. — Auch wenn bei schon entwickeltem Verstande plötzlich, etwa durch Verletzung einer Augenmuskel, Schielen eintritt, findet der gleiche Fall statt, daß dann alle Gegenstände doppelt gesehen werden, bis durch allmälige Gewöhnung daran der Verstand die Rektificirung durch Beziehung auf dieselbe Ursache ermöglicht. Gerade diese letztere Möglichkeit aber ist der schlagendste Beweis für die wesentliche Mitwirkung des Verstandes beim bewußten Sehen, da, wenn das Schielen später kurirt wird, so daß die Augen wieder ihre normale Stellung erhalten, jetzt wieder zuerst ein

Doppelsehen eintritt, weil dem Verstande nunmehr die Ueberwindung jener durch das Schielen hervorgerufenen Gewöhnung ebenso schwer wird wie die frühere Aneignung derselben.

11. (zu S. 16.) Um hier beiläufig einen, soviel mir bekannt bisher noch nicht geltend gemachten Umstand zu erwähnen, der entschieden gegen die Newton'sche Theorie von der Zusammensetzung des Lichts durch die sieben Regenbogenfarben spricht, will ich darauf hinweisen, daß nach dieser Theorie die Rose vielmehr grün und die Wiese roth genannt werden müßte. Nach dieser Theorie nämlich erscheint ein Gegenstand roth, wenn er nur die im Licht befindlichen rothen Strahlen reflektirt, alle anderen aber, deren Summe bekanntlich das Komplement zu Roth, also Grün, bilden, einschluckt. Behält er also die rothen Strahlen nicht, sondern nur die grünen, so ist er selbst offenbar, seiner eigenen Natur nach, grün, und ebenso wäre umgekehrt die Wiese, welche alle grünen Strahlen von sich abstößt, objektiv betrachtet, eigentlich roth: ein so eklatanter Widerspruch, wie er eben nur in der materialistischen Physik unbesehen beibehalten werden kann. Die Ansicht übrigens, der einfache weiße Lichtstrahl müsse als „zusammengesetzt" aus sieben verschiedenen Farben, von denen doch jede dunkler ist als er selbst, betrachtet werden, hat ungefähr den Werth, als wenn Jemand behaupten wollte, eine Wahrheit sei aus sieben Irrthümern oder ein klarer Gedanke aus sieben unklaren Vorstellungen zusammengesetzt. Denn ist dies etwas Anderes als die Vorstellung einer aus sieben Dunkelheiten zusammengesetzten Helligkeit? Goethe macht sich daher mit Recht in seinen „Zahmen Xenien" über diese Vorstellung in einem Epigramm lustig, das er den „Triumph der Schule" betitelt:

„Es lehrt ein großer Physicus
Mit seinen Schulverwandten:
„„Nil luce obscurius""
Ja wohl! Für Obskuranten!"

12. (zu S. 16.) Es ist das große Verdienst Schopenhauer's, diesen Weg zur Erkenntniß der Natur der Farben mit Entschiedenheit als den allein richtigen angedeutet und eingeschlagen zu haben; und wenn ich auch hinsichtlich der Specialisirung der Thätigkeitsformen der Netzhaut von seiner Auffassung abzuweichen genöthigt bin, so muß ich doch ausdrücklich anerkennen, daß er durch seine Theorie der physiologischen Farbe, die im Princip unbedingt richtige Farbenlehre Goethe's, die übrigens auch er als die allein richtige betrachtet, wenn nicht zum wissenschaftlichen Abschluß gebracht, so doch wesentlich gefördert hat.

Interessant als Belag für die rein physiologische Natur der Farbe ist, beiläufig bemerkt, eine Beobachtung, welche der Insektologe Lübbock gemacht hat, daß die Ameisen zwar ebenfalls Farben unterscheiden, aber in einer von der menschlichen Wahrnehmung ganz verschiedenen, ja entgegengesetzten Weise, indem ihnen Violett, für uns die dunkelste Farbe, als hell, Gelb dagegen, für uns die hellste, als dunkel erscheint. Er hat dies durch die Beobachtung herausgebracht, daß er, gestützt auf die bekannte Thatsache, daß Ameisen, wenn sie in ihrem Bau gestört werden und man Licht in denselben fallen läßt, sich, mit ihren Eiern belastet, stets und möglichst schnell dunkle Stellen aufsuchen, um sie in Sicherheit zu bringen, in solchem Falle das Licht durch gelbe und violette Gläser hindurchgehen ließ; in Folge dessen die Ameisen sich nicht unter die ersteren, sondern unter die letzteren flüchteten — ein Beweis, daß für sie

das gelbe Licht einen dunkeln, das violette einen hellen Eindruck machte. Es dürfte also auch hieraus mit Evidenz hervorgehen, daß die Empfindung für den Unterschied zwischen Dunkel und Hell oder, was noch wahrscheinlicher ist, für warm und kalt, lediglich im Auge liegt und nicht an den Gegenständen haftet.

13. (zu S. 18.) Schopenhauer nennt es daher passend „diffundirtes Licht", während Goethe das auf physischem Wege erscheinende Weiße als „die vollendete Trübe" bezeichnet. Genau betrachtet, würde aber diese Bezeichnung richtiger oder wenigstens ebensogut auf das Schwarze passen. Die „punktuelle Zerstreuung der Lichtstrahlen" — wie im Text dieser Vorgang bezeichnet wurde — kann übrigens verschiedene Ursachen und Formen haben. Beim Schnee, der bekanntlich aus einer unendlichen Menge kleiner Krystalle besteht, sowie beim pulverisirten Glase erfolgt die Zerstreuung offenbar durch unendliche Kreuzung der reflektirten Strahlen jedes einzelnen Partikelchens, beim Eiweiß wie auch beim Seifenschaum, welche beide aus einer unendlichen Menge kleiner Luftblasen bestehen, dadurch daß diese Bläschen durch gegenseitigen Druck ihre kugelförmige Form verlieren und sich in Folge dessen der Form des Pulvers nähern. Wenn daher, was namentlich beim Seifenschaum zu bemerken ist, eine Blase aus der ganzen Masse heraus zu ihrer natürlichen Form sich entwickelt, erscheint sie nicht mehr weiß, sondern durchsichtig und in Regenbogenfarben spielend. Uebrigens erklären sich aus solcher Diffundirung des Lichts noch andere Erscheinungen, z. B. daß nicht vollkommen glatte (also nicht spiegelnde) Flächen von irgend einer Farbe, wenn sie angefeuchtet werden — z. B. wenn man mit einem nassen Finger über eine helle Wand streicht — an den feuchten Stellen sofort viel dunkler erscheinen, während glatte Flächen, z. B. weißer polirter Marmor, wenig oder gar keinen Unterschied zwischen den feuchten und trocknen Stellen zeigen. Der Grund davon ist lediglich der, daß die glatten (spiegelnden) Flächen das Licht nicht zerstreuen, sondern reflektiren, was durch die Anfeuchtung nicht verhindert wird, da hier nur ein transparentes Mittel hinzutritt, während dieses selbe transparente Medium die rauhe Fläche selber transparent macht, d. h. das Eindringen des Lichts durch die Oberfläche des Körpers in sein Inneres vermittelt, das, weil es selber dunkel ist, die feuchte Stelle ebenfalls dunkel erscheinen läßt, so daß man an dieser gewissermaßen in das Innere des Körpers hineinsieht. Eine auf demselben Grunde beruhende analoge Erscheinung ist folgende: Wenn man theilweise geöltes Papier dicht auf eine glatte helle Fläche legt, so erscheint das Papier an der geölten Stelle ebenfalls hell; hebt man dagegen das Papier einige Zoll darüber empor, so erscheinen dieselben Stellen dunkel, weil der Luftraum zwischen dem Papier und der hellen Fläche selber dunkel ist. — Uebrigens bedarf es wohl keiner besonderen Erinnerung, daß der Ausdruck „Zerstreuung" oder „Diffundirung" des Lichts nichts zu thun hat mit dem von den Newtonianern — in Folge der Erfindung des (von Newton als möglich geleugneten) achromatischen Refraktors — hypothetisch eingeführten gleichlautenden Ausdruck, worunter sie keine Diffusion in obigen Sinne, sondern ein Auseinandertreten der einzelnen farbigen Lichter verstehen, um daraus auf bequeme Weise die Verlängerung des Spektrums zu erklären.

14. (zu Seite 18). Es ist daher eigentlich nicht zutreffend, wenn Schopenhauer die Einwirkung des Lichts mit der des Weißen auf eine Stufe stellt,

indem er zwischen dem Weißen oder dem Licht einerseits und dem Schwarzen oder der Finsterniß andrerseits Grade der Intensität annimmt. Die Intensitätsgrade des Lichts sind mit denen des Weißen keineswegs identisch, was schon daraus hervorgeht, daß das Licht immer Licht bleibt, wenn es auch weniger hell erscheint, während das Weiße durch Annäherung an das Schwarze aufhört, Weiß zu sein, und Grau wird.

15. (zu S. 18.) Schopenhauer unterscheidet außer der — wie er es nennt — „intensiven Theilbarkeit der Retina" eine „extensive", die mit der in unserm Text als qualitativ-different bezeichneten Thätigkeit nicht identisch ist. Der Ausdruck „Theilbarkeit" ist übrigens ungeschickt-weil er immer, was er doch nicht soll, an rein quantitative Unterscheidung erinnert. Unter „extensiver Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina" versteht er die differenten Empfindungen an verschiedenen Stellen der Netzhaut zu gleicher Zeit.

16. (zu S. 18.) Der Ausdruck „Intensität" ist zwar in der obigen Erörterung, wie man bemerkt haben wird, für zwei verschiedene Arten von Abstufungen gebraucht, nämlich einmal für die Skala zwischen „Weiß und Schwarz" und sodann für die zwischen „Licht und Schatten", welche Skalen, wie schon bemerkt, nicht identisch sind; indessen können sie beide füglich unter einen gemeinsamen höheren Begriff subsumirt werden, nämlich unter den von „Hell" und „Dunkel", da sie an diesem allgemeinen Gegensatz beide participiren. Wo also jene Differenz der beiden Gegensätze nicht in Frage kommt, ist unter „Hell und Dunkel" sowohl das Eine wie das Andere, oder auch Eins von Beiden zu verstehen.

17. (zu S. 22). Unter „rein" in Verbindung mit Farbe ist hier überall derjenige Ton derselben zu verstehen, welcher weder hell oder dunkel nüancirt noch durch stärkere oder schwächere Beleuchtung modificirt gedacht wird. Es ist diejenige ursprüngliche Qualität der Farbe, wie sie in Fig. 2 unserer Tafel durch die mittlere Zone angedeutet wird. Vergl. auch Fig. 3.

18. (zu S. 22). Gelb ist nämlich an sich intensiver als Roth, dieses wieder intensiver als Blau, so daß eine gleichmäßige Mischung keineswegs eine Mischung zu gleichen Theilen ist. Auf diese für die Farbenharmonie wichtige Differenz in den Mischungsverhältnissen, welche das an sich einfache Princip in seinen Konsequenzen wesentlich kompliciren, wird unten näher eingegangen werden. Beispielsweise ist in dem reinen Violett, d. h. in dem Violett, welches zwischen Blau und Roth die genaue Mitte hält, Roth nur etwa halb so stark wie Blau betheiligt, d. h. in reinem Violett ist etwa $^1/_3$ Roth und nur $^2/_3$ Blau enthalten, weil Roth die doppelte Intensität wie Blau besitzt, also auch doppelt so stark färbt.

19. (zu S. 23). Daß Newton (und ihm folgend alle Physiker) zu Liebe einer angeblichen Analogie mit den sieben Tönen der musikalischen Tonleiter noch eine siebente Farbe im prismatischen Spektrum hat entdecken wollen, welche er als „Indigo", d. h. als ein etwas dunkleres Blau (!) zwischen Blau und Violett einschob, ist durchaus willkürlich und beweist nur den Mangel an Erkenntniß der wahren Natur der Farben. Dies wird später deutlicher nachgewiesen werden.

20. (zu S. 27.) Der Unterschied zwischen beiden Berechnungsarten ist aber ein sehr wesentlicher; jene nämlich über die Zeit- und Raumlängen der angeblichen Aetherschwingungen beruhen auf einer bloßen

Hypotheſe, wie der Aether ſelbſt; die aſtronomiſchen Berechnungen dagegen auf poſitiven, aus der Erfahrung geſchöpften Daten; ſo z. B. iſt man auf Grund der Meſſung der Sonnenparalachſe, d. h. des Unterſchiedes der beiden Winkel, unter denen die Sonne von zwei einander diametral entgegengeſetzten Punkten der Erde erſcheint, in Verbindung mit der aus entfernt von einander liegenden Punkten der Erdoberfläche angeſtellten Beobachtungen des ſcheinbaren Durchgangs der Venus durch die Sonnenſcheibe, im Stande geweſen, nicht nur die Entfernung der Sonne von der Erde (nämlich durchſchnittlich 20 1/2 Million Meilen), ſondern auch ihren Durchmeſſer (faſt 200 000 Meilen) ſowie ihren Kubikinhalt (3742 Billionen Kubikmeilen) zu beſtimmen und, daran anknüpfend, alle anderen Berechnungen mit annähernd mathematiſcher Genauigkeit anzuſtellen. Auch die Berechnung der Geſchwindigkeit des Lichts (ca. 42 000 Meilen in der Sekunde), welche bei der obigen Berechnung ſeiner angeblichen Wellenlänge und -dauer zu Hilfe genommen wird, beruht bekanntlich ebenfalls auf der erfahrungsmäßigen Thatſache, die ſchon Ende des 17ten Jahrhunderts gemacht wurde, daß das berechnete Eintreten der Verfinſterung des erſten Jupitermondes eine Differenz von ca. 16 1/2 Minuten gegen die wirklich geſehene Erſcheinung, welche nämlich um ſoviel ſpäter eintraf, aufwies; eine Differenz, die ſpäter — namentlich durch Enke — auf Grund anderer Beobachtungen beſtätigt wurde. Da nun die Entfernung der Sonne von der Erde, wie oben gezeigt, bekannt war, ſo bedurfte es nur eines einfachen Diviſionsexempels, um die Geſchwindigkeit der Lichtſtrahlen zu finden. Es iſt übrigens merkwürdig, wie leicht ſich die Herren Phyſiker mit den ihnen aufſtoßenden Widerſprüchen, zu denen ſie durch ihre Hypotheſen gelangen, abzufinden verſtehen. Sie halten noch heute an der Newton'ſchen Farbenlehre feſt, obſchon ſie die von Newton aufgeſtellte Emiſſionstheorie, worauf ſeine Farbenlehre beruht, längſt aufzugeben genöthigt waren, um dafür die Undulationstheorie zu acceptiren. Beiſpielsweiſe behauptet Newton die Unmöglichkeit, einen achromatiſchen Refraktor herzuſtellen, weil nach ſeiner Theorie bei einer Brechung des Lichtſtrahls ſtets auch Farbenerſcheinungen eintreten müſſen. Als nun nach ſeinem Tode, bekanntlich durch Verbindung von konvexen Kron- und konkaven Flintgläſern, der achromatiſche Refraktor erfunden worden war, wußte man anfangs nicht, wie man dies mit der Theorie vereinigen ſollte, bis man auf eine neue Hypotheſe gerieth, von der Newton noch nichts wußte, nämlich, daß neben der Farben*brechung* auch noch eine „Farben*zerſtreuung*" ſtattfände, wodurch ſich die Farbloſigkeit der Gläſer des Refraktors erkläre — eine Ausflucht, die ſchon Goethe als „ſinnloſen Wortkram" bezeichnet hat.

21. (zu S. 27). Es klingt daher ſonderbar genug, wenn die Herren Phyſiker ihrerſeits — wie Herr *Dubois-Reymond* in ſeiner Berliner Rektoratsrede zu thun ſich herausgenommen — von den auf tiefſter Anſchauung vom wahren Weſen der Farben beruhenden „Beiträgen zur Farbenlehre" — wie *Goethe* beſcheidentlich ſein Werk betitelte — als von der „todtgebornen Spielerei eines Dilettanten" zu reden wagen. Dilettare heißt bekanntlich „eine Sache mit Liebe betreiben", und dies wäre den Herren Phyſikern für *ihre* Sache ſehr zu empfehlen. Denn wenn ſie auch die Wiſſenſchaft als ihre Privatdomäne betrachten zu dürfen meinen, ſo iſt es deshalb noch nicht nöthig, ſie wie einen todten Mechanismus zu behandeln und dabei einen Mangel an Kenntniß der nöthigſten ideellen

Grundlagen zu offenbaren; ein Mangel, der höchstens durch die Kühnheit übertroffen wird, womit sie über die Forschungen Anderer, die nicht zu den berufsmäßigen Katheder-professoren rechnen, von oben herab abzusprechen berechtigt zu sein sich einbilden.

22. (zu S. 27.) Hinsichtlich der Einheitlichkeit der Substanz in den verschiedenen Erscheinungen stellt schon Schopenhauer (Vom Sehen S. 9) die meiner Ansicht völlig berechtigte Ansicht auf, daß, weil „die Substanz der Nerven (abgesehen vom sympathischen Nerven) im ganzen Leibe eine und dieselbe ist", . . . der Umstand, daß die Nerven, „vom Licht durch das Auge, vom Schall durch das Ohr getroffen, so verschiedene Empfindungen erhalten, nur abhängig sei von der Art, wie sie afficirt werden." . . . „Daß im Ohr der Nerv des Labyrinths und der Schnecke, im Gehörwasser schwimmend, die Vibrationen der Luft durch Vermittlung dieses Wassers, erhält, der Sehnerv aber die Einwirkung des Lichts, durch die im Auge es brechenden Feuchtigkeiten und die Linse: dies ist die Ursache der specifischen Verschiedenheit beider Empfindungen, nicht der Nerv selbst; demnach könnte auch der Gehörnerv sehen und der Augennerv hören, wenn der äußere Apparat beider seine Stelle vertauschte". — Man könnte aber auch umgekehrt behaupten, daß Das, was das Auge als Licht, das Ohr als Ton, der Tastsinn als Wärme u. s. f. empfindet, im Grunde ebenfalls dasselbe ist und sich nur durch die unterschiedliche Konstruction der Sinne für die Empfindung differenzirt. — Ein interessanter Belag für die thatsächliche Einheit der von den Physikern als verschieden — nämlich als besondere „Fluiden" (z. B. Wärmefluidum, Lichtfluidum, elektrisches, magnetisches u. s. f. Fluidum) — betrachteten Modifikationsformen der Grundsubstanz wird durch die Erfindung des sogenannten „Photophons" von Graham Bell, dem Erfinder des Telephons geliefert. Selbst der bekannte Naturforscher Ernst Krause (Carus Sterne) äußert sich darüber in der Gartenlaube 1880 Nr. 48), nachdem er dasselbe beschrieben, folgendermaßen: „Es wird schwerlich ein Instrument geben, durch welches die Uebertragungsfähigkeit der Naturkräfte in einander wirksamer vor Augen geführt werden könnte, als durch das Photophon: Tonschwingungen werden in Lichtwogen, diese in Schwankungen elektrischer Ströme, diese in magnetische Schwellungen und letztere endlich wieder in Tonschwingungen verwandelt, so daß der Cyklus beinahe aller uns bekannten physikalischen Kräfte dabei durchlaufen wird." Zwar setzt er hinzu, „natürlich dürfe man dies nicht so verstehen, als ob die Tonschwingungen in Lichtätherschwingungen u. s. f. verwandelt werden, sondern der Rythmus der in der verschiedensten Weise wiederholten Schwingungen bleibe immer derselbe: es sei leuchtendes, elektrisches, magnetisches Tönen, nichts Anderes u. s. f." — Allein was kann „leuchtendes, elektrisches Tönen" u. s. f. Anderes bedeuten, als daß Licht, Elektricität u. s. f. in Töne umgesetzt werden. Existirte keine substanzielle Verwandtschaft zwischen ihnen, d. h. stammten sie als besondere Erscheinungen nicht aus derselben Grundquelle, wie wäre dann solche Umsetzung möglich?

23. (zu S. 28.) Dieser Gedanke liegt offenbar auch dem bekannten schönen Goethe'schen Spruch zu Grunde:

Wär' nicht das Auge sonnenhaft,
Die Sonne könnt' es nie erblicken;
Läg' nicht in uns des Gottes eigne Kraft,
Wie könnt' uns Göttliches entzücken?

24. (zu S. 29). h bedeutet „helle", d „dunkle" Nüance.

25. (zu S. 30.) Wenn auch daher Schopenhauer (Vom Sehen u. s. f. S. 29) darin Recht hat, daß er „Violett unter allen Farben die wesentlich dunkelste" nennt, so ist doch seine Erklärung nicht richtig, da sie auf der schon öfter urgirten Identificirung des Gegensatzes von „Licht und Schattig" mit dem von „Weiß und Schwarz" beruht, die zwar beide an dem Gegensatz von „Hell und Dunkel" theilnehmen, aber doch, wenn von der besonderen Art der Intensität die Rede ist, nicht verwechselt werden dürfen.

26. (zu S. 31.) Diese energischere und einheitlichere Wirkungskraft, welche die komplementäre Grundfarbe Grün ihren Schwestern, dem Orange und Violett, gegenüber ebenso besitzt, wie die Urfarbe Roth den ihrigen, Gelb und Blau, gegenüber, ist auch offenbar der Grund gewesen, warum irrthümlich noch heute in den physikalischen Lehrbüchern nicht 3, sondern 4 sog. „einfache" Farben aufgezählt werden, nämlich Roth, Blau, Gelb und Grün. Denn in der That nähert sich Grün, obgleich eine Mischfarbe, eben durch seine Energie und Einheitlichkeit fast der Wirkungskraft einer Urfarbe. Ja, selbst Schopenhauer (S. 39) sagt, im völligen Widerspruch mit seiner und der Goethe'schen Theorie, indem er die angeblichen 7 prismatischen Farben Newton's kritisirt: „Daß er (Newton) dabei die Siebenzahl einzig und allein der „Tonleiter zu Liebe gewählt hat, ist nicht dem mindesten Zweifel unterworfen: er durfte ja nur die Augen aufmachen, um zu sehen, daß im „prismatischen Spektrum durchaus nicht sieben („einfache") Farben sind, „sondern „blos vier, von denen" — setzt Schopenhauer allerdings „hinzu — „die zwei mittleren, Blau und Gelb, bei größerer Entfernung des Prismas, übereinandergreifen und dadurch Grün bilden". Allein, wenn er selbst „die Augen noch etwas weiter aufgemacht" hätte, so würde er gesehen haben, daß, ebenso wie Grün, so auch Violett und Orange im Spektrum vorkommen, nur daß diese, aus den angegebenen Gründen, nicht so energisch und besonders nicht so einheitlich wirken wie Grün. Dies ist seitens Schopenhauer eine Inkonsequenz, welche die Untersuchung über die Natur der Farben nur zu verwirren geeignet ist. Denn daß, wie Grün durch „Uebereinandergreifen" von Gelb und Blau, so Orange und Violett aus einem ganz ähnlichen „Uebereinandergreifen" von Roth und Gelb, bezw. von Roth und Blau entstehen und folglich auch im Spektrum gesehen werden müssen, liegt ja auf der Hand; zur Roth beweist es jeder Regenbogen.

27. (zu S. 35). Das verschiedene Auf- und Absteigen in der Skala der Helligkeits- und Wärmeintensität ist in Fig. 13 unsrer Tafel veranschaulicht, deren nähere Erklärung zwar erst später erfolgen kann, die aber doch an sich ziemlich verständlich ist.

28. (zu S. 36). Die von Goethe gewählte, von Schopenhauer acceptirte Bezeichnung für diesen Unterschied zwischen „konstanter" Farbe und „Ton" als chemische und physikalische Farbe verschiebt die richtige Stellung der beiden Begriffe zu einander. Die konstante Farbe mag mit der chemischen Beschaffenheit der Körper in Zusammenhang stehen; sie ist aber ebenso an ihre mechanische Natur gebunden, da bei manchen farbigen Körpern sich die Farbe durch bloßen Druck, also durch bloße mechanische Einwirkung, ändert, und es sogar fraglich ist, ob die bei stattfindender Erwärmung — z. B. bei Eisen, das zum Rothglühen gebracht wird —

eintretende Veränderung der Farbe mit einer chemischen Veränderung des Stoffs zusammenhängt.

29. (zu S. 39.) Nicht nur in seiner „Farbenlehre", sondern vielfach in seinen Xenien und Epigrammen eifert Goethe gegen diese mechanische Auffassung der Farbenerzeugung. Ich lasse hier aus den letzteren einige Stellen folgen:

Spaltet nur immer das Licht! Wie öfters strebt ihr zu trennen,
Was euch allen zum Trotz Ein und ein Einziges bleibt.
Neu ist der Einfall ja nicht; hat man doch selber den höchsten,
Einzigsten reinen Begriff Gottes in Theile zerlegt!

Uebrigens wird die Ansicht der Newtonianer, daß durch das „kleine Loch" ein besonderes Strahlenbündel des Sonnenlichts einfalle, statt, wie Goethe behauptete, ein kleines Totalbild der ganzen Sonnenscheibe, durch die mehrfach beobachtete Thatsache widerlegt, (die Goethe'sche Ansicht also bestätigt), daß, wenn bei einer nicht totalen Sonnenfinsterniß nur ein schmales Segment von der Sonne zu sehen ist, das Experiment des kleinen Loches insofern mißlingt, als nicht ein Kreis, sondern ebenfalls nur ein Kreissegment auf der Wand sich zeigt, d. h. daß eben die Sonne nur ein Theilbild von sich auf die Wand wirft, trotzdem das Loch rund ist. Goethe spricht daher mit Recht die „Warnung" aus:

Freunde, flieht die dunkle Kammer,
Wo man euch das Licht verzwickt
Und mit kümmerlichem Jammer
Nach verschrobenen Bildern bückt.
Abergläubische Verehrer
Gab's der Jahre her genug,
In den Köpfen eurer Lehrer
Laßt Gespenst und Wahn und Trug.

Wenn der Blick an heitern Tagen
Sich zur Himmelsbläue lenkt,
Beim Siroc der Sonnenwagen
Purpurroth sich niedersenkt,
Da gebt der Natur die Ehre,
Froh, an Aug' und Herz gesund,
Und erkennt der Farbenlehre
Allgemeinen ewigen Grund.

30. (zu S. 40.) Hier zeigt sich recht deutlich der Unterschied des Gegensatzes zwischen „Licht und Finsterniß" von dem zwischen „Weiß und Schwarz", welche Gegensätze von Schopenhauer identificirt und auch von Goethe nicht auseinandergehalten werden. Denn jener bemerkt, daß die Mischung von Licht und Finsterniß nur deshalb kein Grau erzeuge, weil dieselbe nicht „unmittelbar" — wie wäre denn dies möglich? — sondern durch das Dazwischentreten eines dritten Elementes, welches er eben als „Trübe" bezeichnet, geschehe. Allein abgesehen von der in dem Ausdruck „Mischung von Licht und Finsterniß" liegenden falschen Vorstellung, da eine solche ganz undenkbar ist, liegt es auch auf der Hand, daß selbst bei der Abtönung von Weiß, bezw. Schwarz zu Grau eine Trübung durch ein drittes Element — denn anders ist eine Mischung von reinem Licht mit absoluter Finsterniß überhaupt nicht denkbar — stattfinden muß. Wenn reines Licht mit Weiß und absolute Finsterniß

mit Schwarz identisch gedacht werden, so ist dabei doch auch sowohl Weiß als Schwarz absolut vorausgesetzt. Diesen Begriffen entspricht aber keine reale Farbe: es giebt weder ein absolutes, d. h. absolut reines Weiß, noch ein solches Schwarz; sondern Weiß und Schwarz sind immer nur Abtönungen einer bestimmten Farbe, die bis zu einem solchen Intensitätsminimum gehen, daß das Auge die Qualität der Farbe darin nicht mehr zu unterscheiden vermag. Am deutlichsten ist dies bei Schwarz zu erkennen; denn wenn man Schwarz durch eine farblose Flüssigkeit verdünnt oder wenn man durch ein schwarz gefärbtes Glas in's Licht schaut, wird es stets, sei es nach Blau, sei es nach Braun tendiren, d. h. es ist Blauschwarz oder Braunschwarz, oder was dasselbe ist, es ist entweder ein kaltes oder warmes Schwarz. Weiß ist ebenfalls stets entweder warm oder kalt, je nachdem es beleuchtet ist oder im Kontrast zu Nachbarfarben steht, d. h. es hat immer einen Stich sei es in's Gelbe sei es in's Blaue, wenn dieser Stich auch so schwach ist, daß das Auge dafür keine merkliche Empfindung besitzt.

31. (zu S. 41). Es ist dies schon deshalb zu empfehlen, weil die Zahl 7 unwillkürlich an die Newton'sche Siebenzahl erinnert, wovon hier natürlich nicht die Rede ist. Newton erklärt zwar auch die Farbe — aber NB. jede Farbe — als $^1/_7$ des reinen Lichts, weil er, auf dem falschen Princip der sieben Farben fußend, eine mechanische Zusammensetzung des reinen Lichts aus sieben gleichen Theilen (Farbenstrahlen) annimmt. Bei Newton bedeutet mithin 7 die Zahl der von ihm angenommenen Grundfarben (statt 6), in meinem Schema dagegen die durch eine beliebige Ziffer ausgedrückte Intensität des Lichts. Ich hätte ebenso gut 13 (d. h. $2 . 6 + 1$) oder 19 (d. h. $3 . 6 + 1$) setzen können, denn dadurch würde sich das Verhältniß von Licht und Finsterniß in den Farben nicht geändert haben. Nur die Zähler würden bei 13 zweimal, bei 19 dreimal so groß zu nehmen gewesen sein. Unsere 7 hat also mit der Newton'schen Siebenzahl nicht das Geringste gemein.

32. (zu S. 42). In seinem verdienstlichen Werke „Theorie der Farbenharmonie und Farbengebung", wovon mir leider nur die ersten beiden Lieferungen bekannt geworden sind. Uebrigens will ich auf diese Uebereinstimmung keinen allzugroßen Werth legen, da es keines besonderen Nachweises bedarf, daß solche photometrischen Untersuchungen materieller Farbenpigmente kaum Anspruch auf Genauigkeit machen können, weil die stofflichen Eigenschaften der letzteren dabei allzu sehr mitsprechen. Daraus erklärt es sich auch wohl, daß Adams nicht für Violett, das entschieden die dunkelste Farbe ist, sondern für Blau die geringste Anzahl reflektirter Strahlen gefunden hat, nämlich 1444 gegen 1764 des Violetten. Ohnehin reflektirte sein Schwarz, was, wenn es echt ist, nothwendig = 0 sein mußte, d. h. gar keine Strahlen reflektiren durfte, immer noch 1024 Strahlen, während sein Weiß, das als glänzende Fläche dem absoluten Licht gleichwirken mußte, noch nicht die doppelte Anzahl von Gelb, nämlich 10 000 zeigte. — Beweises genug für die Unzuverlässigkeit solcher Messungen.

33. (zu S. 43) Schopenhauer stellt als Resultat seiner Theorie folgendes, von dem meinigen abweichendes Schema auf, das hier seine Stelle finden mag, um den Leser in den Stand zu setzen, eine Vergleichung mit der von mir aufgestellten Reihe der Intensitätsverhältnisse der Farben zu einander anzustellen.

Schwarz, Violett, Blau, Grün, Roth, Orange, Gelb, Weiß
0 $^1/_4$ $^1/_3$ $^1/_2$ $^1/_2$ $^2/_3$ $^3/_4$ 1.

Hier sind also Grün und Roth als völlig gleich gesetzt, was, wie später gezeigt werden wird, zur Aufhebung ihrer Farbigkeit überhaupt führen müßte. Sehr richtig ist dagegen seine Bemerkung, daß man „chromatologisch" immer nur von Farbenpaaren reden dürfe, da jedes Paar immer den ganzen Farbenkreis oder, wie er sich seiner Theorie gemäß ausdrückt, „die ganze, in zwei Hälften zerfallende Thätigkeit der Retina enthält". Noch willkürlicher und der Natur der Farben widersprechender verfährt Graevell in seinem Buche „Goethe im Recht gegen Newton", indem er die Theilungszahl 12 zu Grunde legt und dadurch zu wesentlich anderen Resultaten gelangt als Schopenhauer; wobei er freilich seinerseits den Fehler begeht, nicht nur Weiß und Schwarz, (die Schopenhauer ausdrücklich nicht als Farben, sondern nur als „Grenzpfosten der Farbenreihe" betrachtet wissen will) sondern sogar Grau in die Rechnung mit einzumischen, indem er es, weil es zwischen 0 (Schwarz) und 1 (Weiß) in der Mitte liege, = $^1/_2$ setzt; so erhält er für:
Schwarz, Violett, Blau, Grün, Gelb, Orange, Roth, Grau, Weiß
0 $^1/_{12}$ $^4/_{12}$ $^3/_{12}$ $^{11}/_{12}$ $^8/_{12}$ $^9/_{12}$ $^6/_{12}$ $^{12}/_{12}$=1
was von dem wirklichen Verhältniß sowohl der Urfarben, wie der dazu gehörigen komplementären Grundfarben — und zwar nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Beziehung — noch viel weiter abweicht als die Schopenhauer'sche Skala. Blau z. B., das entschieden viel dunkler ist als Grün, ist hier durch $^1/_3$, Grün nur durch $^1/_4$ repräsentirt, während Grau gar = $^1/_2$ sein soll. Dergleichen abstrakte, d. h. rein in die Luft hineingebaute Berechnungen sollte man doch den Herren Physikern überlassen.

34. (zu S. 43.) Schopenhauer konfundirt diese doppelte Polarität ebensowie Goethe, dem er daraus einen ungerechtfertigten Vorwurf macht, daß er „Gelb und Blau" als physischen Gegensatz aufstellt, weil dieselben aus entgegengesetzten Ursachen entstehen, Gelb dadurch, daß ein Trübes dem Auge das Licht hemmt, Blau, indem das Auge durch ein beleuchtetes Trübes in die Finsterniß schaut. Ungerechtfertigt ist dieser Vorwurf deshalb, weil die Sache an sich richtig und nur der Ausdruck „Gegensatz" falsch ist, es sollte Kontrast heißen. Indem er aber hinzusetzt, daß „es mit diesem physischen Gegensatz auch seine völlige Richtigkeit habe, so lange man ihn als allgemeinen Ausdruck für zwei Hauptverhältnisse aller physischen Farben versteht und Blau und Gelb hier gleichsam als Repräsentanten zweier Klassen, der kalten und warmen Farben, ansieht", befindet er sich seinerseits in dem Irrthum, daß er den Kontrast „Blau-Gelb" als Wärmeextreme betrachtet, da Blau wohl die kälteste, aber Gelb nicht die wärmste Farbe ist, sondern Orange. Er quält sich redlich mit der Lösung des Räthsels ab, ohne damit zu Stande zu kommen, weil er, mit einem Worte, die beiden Begriffe „Gegensatz" nnd „Kontrast" konfundirt.

35 (zu S. 47). Interessant ist die mehrfache Bestätigung des Urphänomens, hinsichtlich der Entstehung der blauen Farbe des Himmels, selbst seitens der Physiker, sofern deren Untersuchungen den thatsächlichen Beweis geliefert haben, daß die blaue Farbe des Auges ebenfalls nicht, wie man früher angenommen hat, lokaler, sondern rein physikalischer Natur

ist, d. h. daß die Iris kein blaues Pigment enthält, sondern auf ihrer hinteren Wand bei normalem Auge immer mit einer schwarzen Materie bekleidet ist, welche bei schwarzen Augen unmittelbar, d. h. ohne trübendes Medium vermittelt zu sein, durchscheint, während bei blauen Augen das Gewebe der Iris weißlich ist, also als Trübendes das Schwarz zu Blau abdämpft, indem es dem Eintritt des Lichts hemmend entgegenwirkt. Diese Beobachtung ist zuerst von Magendie in seinem Précis élémentaire de Physiologie (vol. 1 p. 60 ff.) mitgetheilt mit den Worten: Dans les yeux bleus le tissu de l'Iris est à peu près blanc; c'est la couche noire postérieure, qui parait à peu près seule et détermine la couleur des yeux —; sie wurde später von Helmholtz „Ueber das Sehen des Menschen" S. 8 bestätigt. — Eine zweite Bestätigung wird durch die vom Pater Secchi angestellten astronomischen Beobachtungen über die Beschaffenheit des Planeten Neptun geliefert, wonach derselbe dunstförmig (nébuleux) ist, weshalb seine Farbe meerblau (couleur de mer bleuâtre) erscheine. Denn da er selbst dunkel ist, so muß das von der Sonne auf ihn fallende Licht zu Blau getrübt werden. Dieselbe Erscheinung bietet nun auch der an sich finstere, aber uns blau erscheinende Himmel dar. (Vergl. Schopenhauer S. 81.) Dieser will sogar schon im Aristoteles eine Andeutung über das Goethe'sche Urphänomen finden; er bezieht sich dabei auf die Stelle in den meteorologischen Untersuchungen, die in der Uebersetzung etwa lautet: „Alle Helligkeit (το λαμπρὸν) erscheint, durch Schwarzes oder in Schwarzem (gesehen) purpurfarben (φοινικοῦν)". Aristoteles führt als Beispiel das Feuer an, welches eigentlich weiß sei, aber durch den beigemischten Rauch sich roth färbe, und fügt hinzu, daß deshalb auch die Sonne selbst durch die Dunkelheit und den Rauch purpurfarben erscheine.

36. (zu S. 49.) Schopenhauer sagt nämlich (S. 73): „Die Scheidewand eines zwischen Licht und Finsterniß eingeschobenen Trüben bringt, unter entgegengesetzter Beleuchtung" (was heißt das?) allezeit zwei sich physiologisch ergänzende Farben hervor, welche, je nach dem Grade der Dicke und Dichtigkeit dieses Trüben verschieden ausfallen" (inwiefern aber? das ist die Frage), „zusammen aber immer zum Weißen, d. h. zur vollen Thätigkeit der Retina, einander ergänzen". Die Einmischung der Komplementarität ist hier gar nicht am Orte und verwirrt nur die Sache. Hier handelt es sich ausschließlich nur um die Entstehung der Urfarben und zwar zunächst des Gelb und Blau, weiterhin das Roth. Er fährt sodann fort: „Bei der größten Dünne des Trüben werden diese Farben die gelbe und violette sein; bei zunehmender Dichtigkeit desselben werden sie allmählich in Orange und Blau übergehen und endlich, bei noch größerer, Roth und Grün werden." — Hier zeigt sich schon die Inkonsequenz, die in solcher Einmischung der Komplementärfarben liegt. In dem ersten Gegensatz ist die Urfarbe „Gelb" mit ihrer komplementären Grundfarbe „Violett", ebenso in dem dritten die Urfarbe „Roth" mit ihrer komplementären Grundfarbe „Grün", im zweiten dagegen zur Grundfarbe „Orange" die Urfarbe „Blau" als Komplement gesetzt. Vollends aber geht er irre, wenn er hinzufügt: „Wird endlich die Trübung vollendet, d. h. bis zur Undurchdringlichkeit verdichtet, so erscheint bei auffallendem Licht (wo kommt das her?) Weiß, bei dahinter (!) befindlichem, die Finsterniß oder Schwarz." Dies macht die Konfusion vollständig. Die Extreme

Weiß und Schwarz werden nämlich nicht durch Vollendung der Trübung, sondern im Gegentheil durch vollständig' Aufhebung alles Trübenden hervorgebracht; denn dann erscheinen — zwar nicht Weiß und Schwarz in der physikalischen Bedeutung der Worte sondern — absolut reines, d. h. ungetrübtes Licht und absolut reine, d. h. ungetrübte Finsterniß. „Undurchdringlichkeit des Trübenden" ist geradezu Unsinn, nämlich ein Widerspruch an sich selbst, denn der Begriff des Trüben als eines solchen beruht offenbar eben darin, daß sich in ihm Licht und Finsterniß mischen, daß folglich immer auch Licht darin sei; wie kann das Trübende aber dann „undurchdringlich" dagegen sein? Uebrigens folgt gerade daraus, daß Schopenhauer sich die Extreme als Weiß und Schwarz, statt als reines Licht und reine Finsterniß, denkt, d. h. aus der Art, wie er sich die „Trübung" in ihrer Wirkung vorstellt, daß eigentlich keine Farbenskala, sondern nur eine Stufenleiter von Grau sich erzeugen müßte. Seine angebliche Verbesserung der Goethe'schen Theorie hat daher nicht den mindesten Werth.

37 (zu S. 50). Uebrigens ist auch diese materielle Bedeutung nicht ausgeschlossen, wie nicht nur durch die Thatsache, daß die prismatischen Farben auch verschiedene Wärmegrade besitzen, sondern auch durch die bekannte Erfahrung bestätigt wird, daß beim Photographiren von Gemälden die kalten Farben, z. B. Blau, verhältnißmäßig immer heller, die warmen, z. B. Orange und Roth, immer dunkler wiedergegeben werden, als sie in Wirklichkeit sich zu einander verhalten; womit also die Sonne selbst den augenscheinlichen Beweis von der Nichtidentität der Helligkeits- und Wärmeintensität liefert.

38. (zu S. 54). Auch für diese Thatsachen sind die Physiker genöthigt gewesen, den Beweis zu erbringen, dadurch nämlich, daß sie konstatirt haben, daß im prismatischen Spektrum das Violett die am weitesten abgelenkte, lichtschwächste Farbe ist, auf welche völlige Finsterniß folgt. Um so merkwürdiger ist es daher, daß sie trotzdem, auf Grund der Newton'schen Theorie, hinsichtlich der Geschwindigkeitsunterschiede der sog. farbigen Strahlen gerade das Gegentheil herausgerechnet haben; ein Resultat, das allein schon hinreichen würde, um die Theorie als völlig verkehrt zu charakterisiren. Danach nämlich soll (in der Farbenreihe der sog. Frauenhofer'schen Linien) Gelb, d. h. die hellste, weil dem Licht am nächsten kommende Farbe, nur 523 Billionen Schwingungen in der Sekunde machen, Grün dagegen, welches viel dunkler ist, 585 Billionen, Blau, was noch dunkler ist, 718 und Violett, die dunkelste Farbe, gar 784 Billionen! Da nun nothwendiger Weise die Menge der Schwingungen in einer und derselben Zeit mit der Geschwindigkeit der Bewegung in direktem Verhältniß steht, so folgt, daß die hellsten Farben die langsamste, die dunkelsten die schnellste Bewegung haben müßten, was offenbar ein contradictio in adjecto ist. Es wäre in der That unerklärlich, wie Männer der sog. „exakten" Wissenschaft — und es sind ja berühmte Namen darunter, wie, außer dem großen Newton selbst, beispielsweise Dove, Helmholtz u. A. m. — zu solchen aller gesunden Logik in's Gesicht schlagenden Resultaten gelangen könnten, wenn für sie die Farben eine andere Bedeutung hätten, als bloße Zahlenwerthe. Allerdings kommt bei Berechnung der Geschwindigkeit der Bewegung der Lichtstrahlen noch ein andrer Faktor in Betracht, nämlich die Länge der Wellen, denn auch diese ist, wie schon früher erwähnt, von den Physikern berechnet worden. — Diese beiden Faktoren sollen

nun, da nach Ansicht der Physiker alle farbigen Strahlen gleiche Geschwindigkeit besitzen, im umgekehrten Verhältniß zu einander stehen, so daß durch diese gegensätzliche Betheiligung der Faktoren immer dasselbe Produkt herauskommen müßte. Da aber die Berechnung der Wellenlänge mit auf der Berechnung der Undulationsgeschwindigkeit beruht, so ist das Resultat — nämlich die Bestätigung der Voraussetzung, daß alle farbigen Strahlen gleiche Geschwindigkeit besitzen — nur ein scheinbares. Ueberdies ist es nicht einmal richtig. Die Wellenlänge von Roth z. B. (in den Frauenhofer'schen Linien) wird auf 0,0 006 878 mm, seine Schwingungsgeschwindigkeit in der Sekunde auf 480 Billionen angegeben, bei Violett dagegen die erstere auf 0,0 003 945 mm, die letztere auf 784 Billionen. Nun braucht man aber blos die betreffenden Faktoren mit einander zu multipliciren, um sich zu überzeugen, daß das Resultat nicht völlig identisch ist, sondern daß sich die Gesammtgeschwindigkeiten wie 311 : 315 verhalten, folglich der hypothetische Satz, daß alle farbigen Strahlen gleiche Geschwindigkeiten haben, falsch ist. Uebrigens läßt sich, die Richtigkeit der Berechnungen vorausgesetzt, gerade hieraus der Beweis führen, daß diese ganze Theorie mit sich selbst in Widerspruch steht. Denn die Annahme, daß alle farbigen Lichtstrahlen von gleicher Geschwindigkeit sind, ist zwar verzweifelt naiv, denn sie beruht auf der nicht abzuleugnenden Thatsache, daß das reine Licht, das ja aus allen sieben einfachen Farben zusammengesetzt sein soll, als einheitliches erscheint, daß folglich alle darin enthaltenen Farben gleichen Schritt halten müssen, weil, wenn eine auch nur um 1 Billionstel Sekunde hinter der andern zurückbliebe, sofort die übrigen Farben sich als Komplementärfarben zu der fehlenden geltend machen würden; z. B. wenn Roth zurückbliebe, würde der Lichtstrahl sogleich grün aussehen müssen. Wenn nun aber die verschiedenfarbigen Strahlen nicht auch gleiche Bewegung, d. h. stets verschiedene Wellenlängen haben sollen, so muß nothwendig in jedem Augenblick eine Differenz im Licht selbst eintreten, d. h. es muß fortwährend eine Spaltung des reinen Lichts in die sieben Farben stattfinden; es könnte mithin von einfachem Licht überhaupt gar nicht die Rede sein, sondern nur von einem fortwährenden Schillern desselben in den Regenbogenfarben. Die Newtonianer werden zwar hierauf entgegnen, dies Schillern möge allerdings stattfinden, da es aber so rasch geschehe, daß es für das Auge unmöglich sei, die einzelnen Farbenerscheinungen festzuhalten, so komme es — wie die bekannte, mit den sieben Farben bemalte Drehscheibe beweist, welche bei schneller Umdrehung nur den Eindruck des Weißen (Goethe nennt es ein „niederträchtiges Grau") hervorbringe — schließlich auf dasselbe heraus, ob das Licht als einheitliches oder als zusammengesetztes percipirt werde. Es ist hier nicht am Platze, dies berühmte Experiment, welches nichts weiter als ein trügerisches Taschenspielerkunststück ist, näher zu beleuchten; wir werden aber später sehen, daß der daraus hergenommene Beweis durchaus hinfällig ist und vielmehr das Gegentheil von dem, was bewiesen werden soll, bestätigt. Und so verhält es sich auch mit der Hypothese der gleichen Geschwindigkeit der sieben farbigen Lichtstrahlen.

39. (zu S. 57). Siehe S. 23.

40. (zu S. 59). Um die Erläuterung dieser Verhältnisse im Texnicht allzuweit in die Länge zu ziehen, mag an dieser Stelle die Erklärung der dort gebrauchten Worte „ebenfalls durch stärkere Trübung"

ihre Stelle finden. Es könnte dem Leser nämlich auffallen, daß die an sich dunkelste Farbe, das Violett, durch noch stärkere Trübung heller, nämlich zu Blau werden müsse. Im ersten Falle nämlich, bei der Verdunkelung des Gelb zu Orange, findet eine Verminderung des Lichts, also ein negativer Fortschritt, im zweiten, bei der Erhellung des Violett zu Blau, eine Verminderung der Finsterniß, d. h. ein positiver Fortschritt, statt, oder, was dasselbe ist, die Trübung wirkt bei dominirendem Licht negativ, bei dominirender Finsterniß positiv, d. h. erhellend. Uebrigens kann man sich von der schwächenden Wirkung der Trübung sowohl gegenüber der Dunkelheit wie gegenüber der Helligkeit durch eine einfache Beobachtung in sehr anschaulicher Weise überzeugen: Wenn man an einem Fenster, dessen Scheiben „beschlagen", d. h. mit kleinen, die Transparenz des Glases aufhebenden Bläschen bedeckt sind, die also recht eigentlich die Rolle eines „Trübenden" spielen, mit dem Finger einen vertikalen Strich über das Glas zieht und durch diesen dem Glase die Transparenz zurückgebenden Strich so hindurchblickt, daß man durch die obere Hälfte auf den hellen Himmel, durch die untere auf die dunkle Straße blickt, so erkennt man, daß die noch trüben, an den durchsichtigen Strich anstoßenden Stellen sowohl den hellen Himmel dunkler wie die dunkle Straße heller zeigen, als sie durch den transparirenden Strich erscheinen. Geht die Trübung des Glases bis zu dem Grade, daß überhaupt Nichts dadurch zu erkennen ist, so hört sogar jeder Unterschied zwischen Hell und Dunkel in ihm auf und es erscheint eine gleichtönige und zwar, wenn die Sonne darauf scheint, gelbliche, etwas blendende Fläche, weil die Hemmung, welche das Licht durch die Trübung erfährt, es zugleich erwärmt, während bei nicht direktem Sonnenlicht die Fläche weißlich, d. h. kalt erscheint. Eine ähnliche Ursache liegt in dem Umstande, daß Wasserfarben, wenn sie trocknen, heller erscheinen als im feuchten Zustande, während Oelfarben durch das Trocknen ihre Farbe nicht verändern. Jene nämlich verlieren durch das Trocknen ihre Transparenz, erscheinen also dadurch getrübt, während die Oelfarben ihren Glanz, d. h. ihre Transparenz, behalten. Nur im Falle des sogenannten „Einschlagens der Farbe" (welches durch Firnissen gehoben werden kann) verlieren sie die Transparenz und werden stumpf, d. h. ebenfalls getrübt.

41. (zu S. 62). Diese exceptionelle Stellung der beiden Farben, welche zusammen die Mitte beider Intensitätsskalen bilden, ist wahrscheinlich auch der Grund, weshalb die Verwechslung von Roth und Grün oder — was dasselbe ist — ihre Nichtunterscheidung zu den häufigsten Fällen von Farbenblindheit gehört, obgleich dem Anschein nach die beiden Farben doch gar keine Aehnlichkeit mit einander haben. Es erklärt sich dies eben daraus, daß sie sowohl in Hinsicht der Helligkeits- wie der Wärme-Intensität, wiewohl das Verhältniß beider in ihnen ein umgekehrtes ist, so nahe an einander grenzen, daß die Differenz nach beiden Seiten hin von einer nicht ganz normalen Netzhaut leicht unempfunden bleibt. Dies „Nichtempfinden" des Unterschiedes ist aber nichts anderes als Nichtunterscheidung. — Beiläufig liegt gerade in dieser Differenz der beiden Intensitätsverhältnisse der strikte Beweis gegen die Richtigkeit des Schopenhauer'schen Schemas und überhaupt gegen seine Theorie von der angeblichen „Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina", da sich aus letzterer gerade die Identität von Roth und Grün ergeben mußte, weil seinem Schema zufolge in beiden die Retina genau halbirt sein soll: zwei solche Farben aber wären eben nur eine und dieselbe.

42. (zu S. 64). Schon Descartes (in seiner Dioptr. cap. 1) und nach ihm Looke haben ausdrücklich die Behauptung aufgestellt, daß die Farben, worin die Gegenstände uns erscheinen, durchaus nur in unserm Auge existiren. Ein auffallender Beweis für die rein physiologische Natur dieses Unterschiedes liegt z. B. in der Thatsache, daß die Empfindung für die Helligkeit bezw. Deutlichkeit der gesehenen Gegenstände durchaus nicht mit der Empfindung für die Wärmeintensität ihrer Farben zusammenfällt. Der Unterschied zwischen Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit beruht bekanntlich darin, daß im ersten Falle durch eine anormale Vergrößerung des Augapfels, im zweiten durch eine anormale Verkleinerung desselben der normale Focus verrückt wird, welcher daher auf künstlich Weise — im ersten Falle durch konkave Brillengläser, im zweiten durch konvexe — wieder hergestellt werden muß. Wäre nun die Empfindung für Helligkeit bezw. Deutlichkeit identisch mit der für Wärme, so müßten in beiden Fällen auch die Farben kälter erscheinen, was nicht der Fall ist; vielmehr findet oft das Gegentheil statt. Schreiber dieses besitzt in seinen Augen den thatsächlichen Beweis dafür. Er ist kurzsichtig und zwar in bedeutend verschiedenem Grade hinsichtlich beider Augen; und gerade das Auge, welches einer um etwa 5 Nummern schärferen Brille bedarf, also um soviel kurzsichtiger als das andere ist, sieht die Farben merklich wärmer als das letztere stärkere Auge, gleichviel, ob dieselben mit oder ohne Brille betrachtet werden; ein Beweis, daß die Empfindung für Wärmeintensität nichts mit der Schärfe des Sehens zu thun hat. Ob dabei neben der Netzhaut noch eine andere Augenhaut eine Rolle spielt, ist eine Frage, die meines Wissens bis jetzt nicht aufgeworfen ist und die zu beantworten meinerseits wegen Mangels an hinreichender anatomisch-physikalischer Kenntniß nicht gewagt werden darf.

43. (zu S. 66). Gegenüber dieser einfachen Darstellung des Prozesses der Farbenerzeugung, auf Grund der Unterscheidung der Helligkeits- und Wärmeintensität, machen nun die Erklärungen der Farben in den physikalischen Lehrbüchern einen kuriosen Eindruck. Auch zu Goethe's Zeiten muß in dieser Beziehung Merkwürdiges geleistet worden sein, denn es findet sich in Bezug auf die „neuste Farbentheorie nach Wunsch" — die mir nicht bekannt ist — in seinen Xenien folgendes ergötzliche Distichon:

„Gelbroth und Grün macht das Gelbe, Grün und Violblau das Blaue!
So wird aus Gurkensalat wirklich der Essig erzeugt."

Allerdings liegt Gelb zwischen „Gelbroth" (d. h. Orange) und Grün, ebenso Blau zwischen Grün und Violett; der Unsinn beruht nun darin, daß Wunsch eine Urfarbe (Gelb bezw. Blau) aus „Mischung" komplementärer Grnndfarben entstehen läßt, während nur das Umgekehrte stattfinden kann. Auch Pouillet in seinen Elémenets de Physique (vol. II p. 223) sagt in derselben absurd-plumpen Weise: „l'orangé et le Vert donne du Jaune"! — Man versuche doch, aus Orange und Grün Gelb zu fabriciren!

44. (zu S. 67). Diese Auffassung der Nerventhätigkeit der Netzhaut widerspricht übrigens auch der eignen Theorie Schopenhauer's, da er dieselbe wesentlich (S. 22) auf die Thatsache gründet, daß „alle Sensibilität nie reine Passivität, sondern Reaction auf empfangnen Reiz ist". Er bezieht sich dabei sogar auf Aristoteles, indem er aus dessen Abhandlung „über die Träume" die Stelle citirt: οὐ μόνον πάσχει, ἀλλὰ καὶ ἀντιποιεῖ τὸ τῶν χρωμάτων αἰσθητήριον („das Sensorium,

wodurch die Natur der Farben percipirt wird, verhält sich nicht blos leidend, sondern ist dabei zugleich wirkend"). Wie kann also dabei von einer Theilbarkeit, d. h. einer theilweisen Aktivität und theilweisen Passivität die Rede sein? Ja, aus dieser Auffassung der Farbenempfindung würde sich grade ein Beweis für die von ihm so heftig angegriffene Newton'sche Lehre von der Zusammensetzung des Lichts aus sieben farbigen Strahlen ergeben. Er sagt nämlich (S. 39): „Demnach wären wir auf diese Weise von einer Theilung des Sonnenstrahls zu einer Theilung der Thätigkeit der Retina zurückgeführt." Da nämlich, wie ich nachgewiesen, die subjektive Empfindung mit der objektiven Qualität des Lichts in Analogie stehen muß, oder vielmehr: da Beides, Licht-Empfindung und Licht-Erscheinung, nur die beiden Seiten desselben identischen Prozesses darstellen, so müßte einer angeblichen „Theilbarkeit der Retina" auch eine Theilbarkeit des Lichts entsprechen. Nichts spricht also mehr gegen diese mechanische Auffassungsweise Schopenhauer's von der Nerventhätigkeit der Netzhaut als gerade der Irrthum der Newton'schen Theorie.

45. (zu S. 70). Ueber diesen schon von Newton — auf Grund seiner Siebenfarbentheorie — behaupteten Parallelismus zwischen der Farben- und Tonskala handelt ausführlich ein Artikel in den „Grenzboten" (Nr. 1 d. J.), worin ich die Unwahrheit desselben nachgewiesen. Für unsern Zweck genügen die obigen Andeutungen, deren später bei Betrachtung der konkreten Verhältnisse der Farbenharmonie noch einige andere hinzugefügt werden.

46. (zu S. 71). Dies hat sogar Geltung bei den antiken Farbenbenennungen, obschon hier im Uebrigen ziemliche Unsicherheit herrscht — d. h. für uns hinsichtlich der bestimmten Farbenvorstellung, welche die Alten mit einem Ausdruck verbanden. — Der Uebersichtlichkeit halber führe ich folgende Namen an: „Gelb" heißt im Griechischen ξανθός in der Nüance „blond", lat. flavus; daneben existiren aber noch sekundäre (meist von Naturdingen entlehnte) Namen: πυῤῥός (von πῦρ) feuergelb, μήλινος (von μῆλος) quittengelb, κιῤῥός weingelb (lat. gilvus-„gelb"), χλωρός grüngelb und ὠχρός weißlich gelb (pallidus); „Roth" ἐρυθρός, ruber, daneben sekundär: φοινικός (von der Purpurschnecke) purpurroth, πυῤῥός (auch in der Bedeutung braunroth); „Blau" γλαυκός (caeruleus) meerblau; daneben sekundär ἀέξινος (luftblau, aber auch dunkel schlechthin, daher lat. caliginosus, ja obscurus — was insofern interessant ist, als dadurch die Goethe'sche Theorie von der eigentlich schwarzen Farbe des Himmels bestätigt wird:

„Verdoppelte sich der Sterne Schein,
Das All wird ewig finster sein." (Xenien.)

ferner κυάνεος (stahlblau, cyaneus, auch von schwarzen Augen gebraucht). — Neben diesen Benennungen für die Urfarben finden sich nur noch für die anderen Grundfarben: „Orange" μηλινοειδής, color meli punici, „Violett" ἰοβαχής, ἰάνθινος (von ἴον Veilchen) violaceus, „Grün" πράσινος, porraceus (lauchgrün), ὠμός (Farbe des unreifen Obstes, daher neben viridis mit dem Nebenbegriff des Frischen, Jugendlichkräftigen, auch crudus (roh); endlich „Braun" ῥούσιος, ebenfalls von der Farbe des punischen Apfels ῥοά, malum punicum, granatum u. s. f.

Die Thatsache übrigens, daß bei den alten Völkern die Farbenbezeichnungen sehr unbestimmt waren, so daß z. B. für die Farbe des

Himmels derselbe Ausdruck (κυανός) wie für die schwarzen Haare gebraucht wurde, erklärt Dr. E. Krause (Carus Sterne, in der „Gartenlaube 1880" Nr. 144) in seinem Aufsatz „über die Entwicklung des Farbensinns", daraus, daß genauere Bezeichnungen für die Unterschiede der Farben erst mit der Ausbildung der Färberei sich eingebürgert hätten. Er macht auf ein durch Athenäus aufbewahrtes Fragment von Sophokles aufmerksam, worin dieser sich über die Schulmeister lustig macht, die von Homer und anderen Dichtern behaupteten, sie hätten die Farben nicht unterscheiden können. Wichtiger noch für die Widerlegung der Behauptung, daß, wo — wie bei unkultivirten Völkern — für manche Farben die Ausdrücke überhaupt fehlen, deshalb auch die Empfindung für die betreffenden Unterschiede mangele, ist folgende von Carus mitgetheilte Thatsache: Der Premierminister Gladstone hatte auf Grund seiner griechischen Studien die Behauptung aufgestellt, daß die Griechen der homerischen Zeit nur ein geringes Unterscheidungsvermögen hinsichtlich der Farben gehabt hätten; eine Behauptung, die der Physiologe Geiger auf alle alten Kulturvölker ausdehnen wollte, und die von einem andern, Dr. Magnus, zu einer förmlichen Theorie ausgebildet wurde. Carus schrieb im „Kosmos" dagegen und wies darauf hin, daß sich eine ganz ähnliche Unsicherheit im Gebrauch noch nicht hinlänglich fixirter Farbstoffnamen, wie beim Homer, auch bei jetzt lebenden afrikanischen Naturvölkern finde, und forderte Reisende und Ethnologen auf, darüber Untersuchungen anzustellen, ob diese Nichtunterscheidung auf ein unausgebildetes Unterscheidungsvermögen oder blos auf eine in dieser Richtung unausgebildete Sprache zurückzuführen sei. Darwin hatte diesen Artikel des „Kosmos" an Gladstone und dieser ihn wieder an Grant Allon gesandt, welcher nun eine Menge Fragebogen an zahlreiche Missionäre, Konsuln u. s. f. in fremden Ländern mit dem Ersuchen sandte, festzustellen, ob die Eingebornen die Farben unterscheiden und benennen könnten. Allon berichtete später in einem besonderen Buche („Der Farbensinn. Sein Ursprung und seine Entwicklung" u. s. f. übersetzt von Dr. Krause), und theilt darin das Resultat jener Untersuchungen mit, welches dahin geht, daß auch die am niedrigsten stehenden Menschenracen die Farben unterscheiden können, daß sie aber meist nur für diejenigen besondere Bezeichnungen haben, die sie auch färben können, während sie von den andern — grade wie bei Homer — oft nur ein Wort für zwei Farben haben. — Auch die berühmten Berliner Autoritäten der anthropologischen Wissenschaft, Virchow und Hartmann, haben durch ihre Prüfung des Farbensinns afrikanischer Naturvölker dasselbe Resultat erhalten, wodurch die Frage wohl als erledigt zu betrachten sein dürfte.

47. (zu S. 75). Als nämlich dies Kunststückchen durch den Physiker Mollweide für die Newton'sche Theorie geltend gemacht wurde, schrieb Goethe:

Newtonisch Weiß den Kindern vorzuzeigen,
Die pädagog'schem Ernst sogleich sich neigen,
Trat auch einst ein Lehrer auf mit Schwungrads Possen:
Auf selbem war ein Farbenkreis geschlossen.
Das dorlte nun. — „Betracht' es mir genau!
„Was siehst du, Knabe?" — „„Nun, was seh' ich? — Grau.""
„Du siehst nicht recht! Glaubst du, daß ich das leide?
„Weiß, dummer Junge, Weiß! So sagt's Mollweide."

48. (zu S. 76). Schopenhauer, der dies Experiment (S. 56)

ebenfalls beschreibt, ergeht sich — durch seine irrthümliche Nichtberücksichtigung des so außerordentlich wesentlichen Unterschiedes der Helligkeits- von der Wärmeskala der Farben genöthigt — in sehr weitläufigen und unbestimmten Erklärungen, die schließlich immer wieder auf seiner falschen Vorstellung von einer angeblichen „Theilbarkeit der Thätigkeit der Retina" fußen, während in Wahrheit die bei der Verbindung zweier verschieden geschliffenen Gläser stattfindende Achromasie nur eben durch jene Differenz der Helligkeits- und Wärmeintensität der Farben verständlich wird. Daß bei der Auffangung der sog. sieben prismatischen Farben durch ein zweites Prisma, wodurch bekanntlich ebenfalls Weiß entsteht, derselbe Prozeß der Rückbrechung in die ursprüngliche Richtung der Strahlen stattfindet, bedarf hiernach keines Beweises. Findet dagegen bei diesem Experiment keine vollständige Rücklenkung in die gerade Richtung statt, so entsteht auch kein Weiß, sondern, da in diesem Falle nicht komplementäre Farben einander decken, erzeugen sich nur Mischfarben; so giebt z. B. ein rother Streifen, von einem blauen gedeckt, oder umgekehrt: Violett, ein gelber, von einem rothen oder umgekehrt: Orange u. s. f.

49. (zu S. 78). Wenn daher Goethe — in Folge seiner übrigens von Schopenhauer getheilten Nichtbeachtung des Unterschiedes zwischen der Helligkeits- und Wärmeintensität — der, wie ich gezeigt, von principieller Bedeutung für die Erklärung der Farbenerzeugung ist — behauptet, daß die Ergänzung prismatischer Komplementärfarben zu Weiß nur Augentäuschung sei, und daran festhält, daß daraus nur ein „niederträchtiges Grau" entstehen könne, so geht er darin entschieden zu weit. Grade, weil durch die Rückbrechung die ursprüngliche Parallelität der Strahlen wiederhergestellt wird, muß auch nicht nur die substanzielle Modifikation des Lichts, d. h. die Farbenerscheinung, wieder aufgehoben, sondern auch dem Licht seine neutrale Eigenschaft, nämlich die Helligkeitsintensität, wiewohl selbstverständlicher Weise in einem durch die Wirkung des trübenden Mittels geschwächten Grade, restituirt werden. Daß daher das dadurch entstehende Weiß nicht gleich dem vollen Licht sein kann, ist erklärlich, aber es Grau zu nennen, liegt dennoch keine Veranlassung vor. Würde das Licht völlig restituirt — wie Schopenhauer, der immer Weiß mit reinem Licht identificirt, annimmt (S. 45) — so würde es einfach Blendung, aber nicht Weiß erzeugen: Dieses Weiß ist also bereits das getrübte Licht.

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Schönebergerstr. 17 a.

BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY
3 1197 00580 5186

Date Due

All library items are subject to recall at any time.

OCT 24 2011		
OCT 29 2011		

Brigham Young University